

Nível do Mar no Litoral do Brasil

Afranio Rubens de Mesquita, Joseph Harari & Carlos Augusto
de Sampaio França

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

<http://www.mares.io.usp.br/>

III Conferência Regional sobre Mudanças Climáticas: America do Sul
04/11 a 08/11 – São Paulo - Brasil

Resumo

- São descritos os equipamentos de medição e as variáveis que determinam os valores do nível do mar em cada local. Em escala global, o nível do mar é descrito a partir de 20 000 anos e suas variações recentes de 100 anos são revistas, juntamente com as variações 1)-de temperatura dos Oceanos em escala global e 2)- com as medições temperatura e de salinidade na Sessão Capricórnio, sugeridas, em frente à cidade de Santos, no Estado de São Paulo, Brasil. As primeiras medições de nível do mar no litoral brasileiro são descritas, juntamente com os presentes programas nacionais (INPH,DHN,IBGE and IO-USP) de medição. Os valores médios anuais das cidades de Belém, Recife,Rio de Janeiro , Cananeia e Ubatuba , entre outras, sugerem uma razão de variação, no século XX, da ordem de 40 cm/século . Essas razões de variação são postas em confronto com as razões de variação de cerca de 1700 estações permanentes globais do PSMSL(Serviço Permanente para o Nível do Mar, Inglaterra) que, no século XX, indicavam uma razão de variação global de 18 cm/século e ao final desse século 24 cm/século. Diante do aumento inexorável e acima da média do nível do mar, na costa brasileira, é necessário que sejam realizados a)- trabalhos com o objetivo de determinar os limites cartográficos legais, entre a parte emersa e imersa em todo o litoral b)- que sejam feitas projeções de níveis extremos da variação do nível do mar em toda a costa e informadas as populações que ocupam as áreas litorâneas. Estudos preliminares para a Cidade de Cananeia indicam a ocorrência com significância estatística, de níveis extremos do mar da ordem de 2,60 metros no decorrer dos próximos 200 anos c) - que seja realizado o programa de medições permanentes das variáveis oceanográficas que definem o nível médio local na Sessão Capricórnio, em frente ao Porto de Santos e informadas as prefeituras das cidades litorâneas brasileiras, quanto aos resultados da atividade humana dos dias presentes, que podem, gradativamente, varrer do mapa as suas comunidades.

As Medições do Nível do Mar

As medições do Nível do Mar contém informações sobre seguintes variações ao longo do tempo:

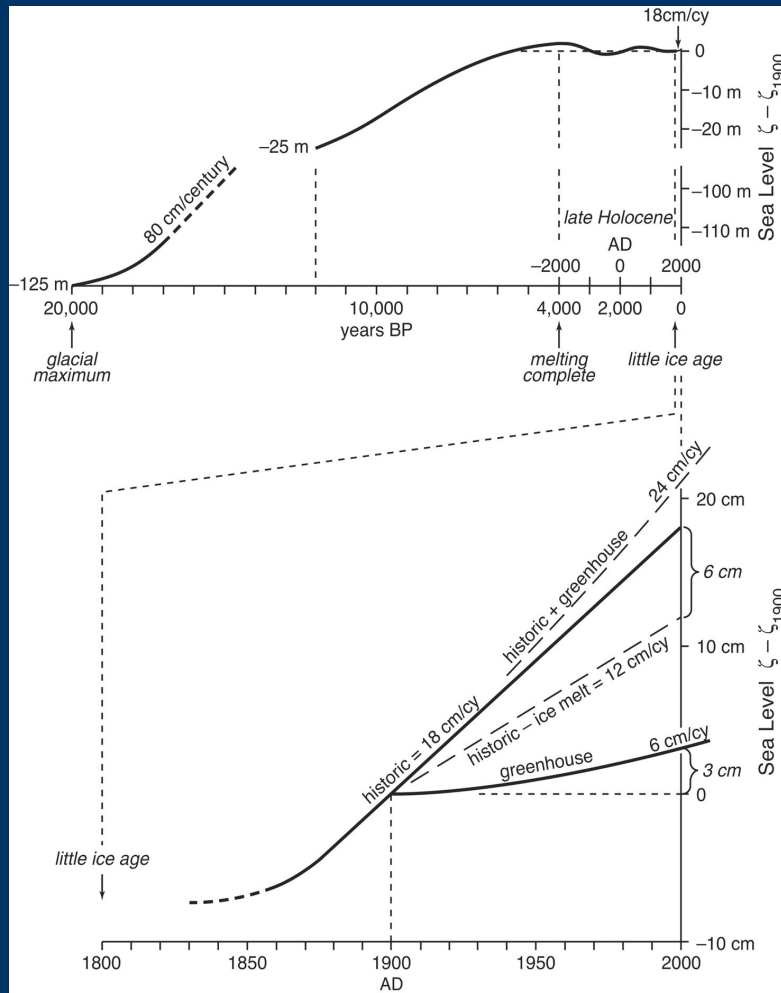
- a) Variação Eustática - (Volume de Água do Mar)
 - b) Variação Estérica/Halostérica – (Aquecimento Global)
 - c) Variação Crustal – (Movimentos da Crosta)
 - d) Variação Atmosférica/Oceânica –(Pressão Atmosférica, Ventos, Ondas, Correntes.....)
 - e) Variação Astronômica – (Marés, Glaciações...)
-
-

Equipamentos de Medição

- Nas Bases de Pesquisas de Cananeia e de Ubatuba são feitas medições com os seguintes equipamentos:
 - a) Marégrafo – astronomia, eustasia, esterismo.....
 - b) GPS – movimentos da crosta (Horizontais e Verticais)
 - c) Estação meteorológica de superfície – pressão, vento, chuva, radiação solar....
 - d) Gravímetro Absoluto – geóide



As Variações Globais do Nível do Mar na Atualidade



A figura mostra, na parte de cima, o aumento do Nível do Mar nos últimos 20 000 anos que foi da ordem de 125 metros. A razão da variação nos últimos 4 000 anos permaneceu relativamente constante até o início do século XX, com valores, em média, da ordem de 1,8 mm/ano.

A parte de baixo da figura mostra a ampliação da figura de cima para os últimos 180 anos, mostrando que, a partir de 1900 a razão de variação ESTÉRICA / HALOSTÉRICA do nível do mar, devido ao aquecimento global, só o de natureza antropológica, que antes não existia, aumentou, sendo, no presente, da ordem de 0.6 mm/ano.

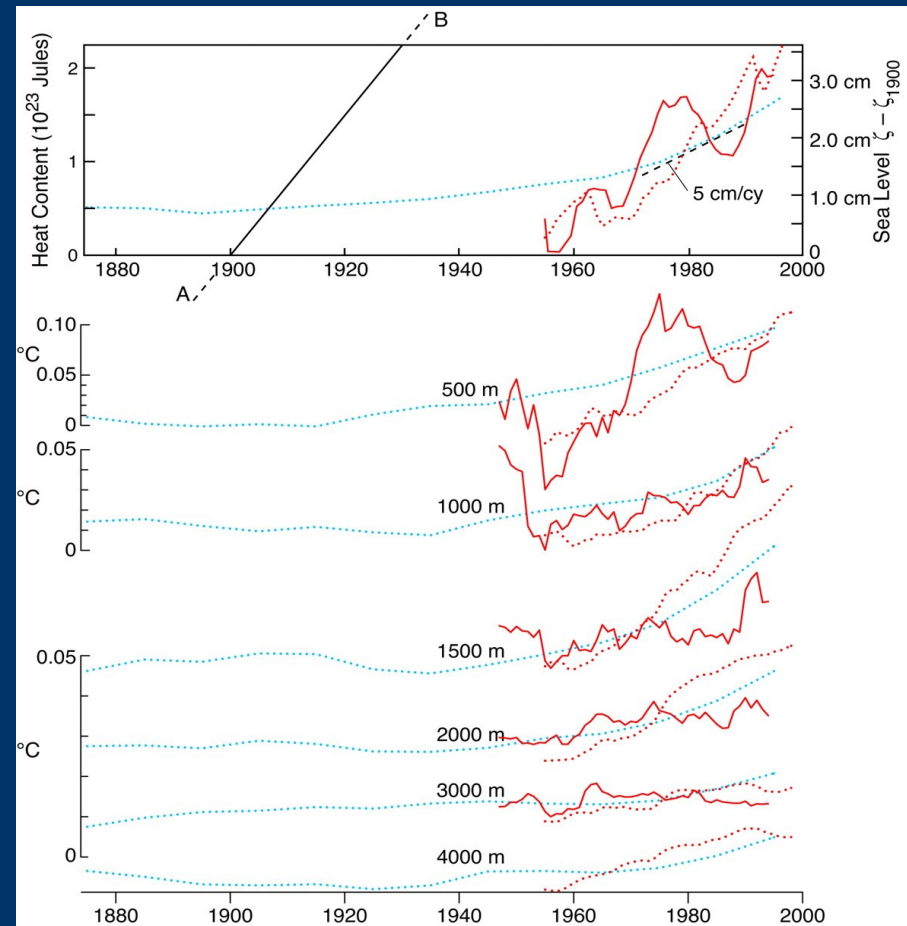
Essa variação não foi linear no período e fez aumentar o nível do mar até o ano 2000 em cerca de 3 cm. A razão de variação global do nível do mar que até 1900 era de 1,8 mm/ano, adicionada a 0.6mm/ano, resultante do aquecimento global adicional no período (1900 – 2000), passou a ser no ano 2000 a 2,4 mm/ano.

A figura mostra, na escala à direita, que o aumento do nível do mar no século XX foi da ordem de 21 cm.

(Estimativa feita por Munk, W, PNAS, May 13, 2002, Vol 99, No 10 .6551).

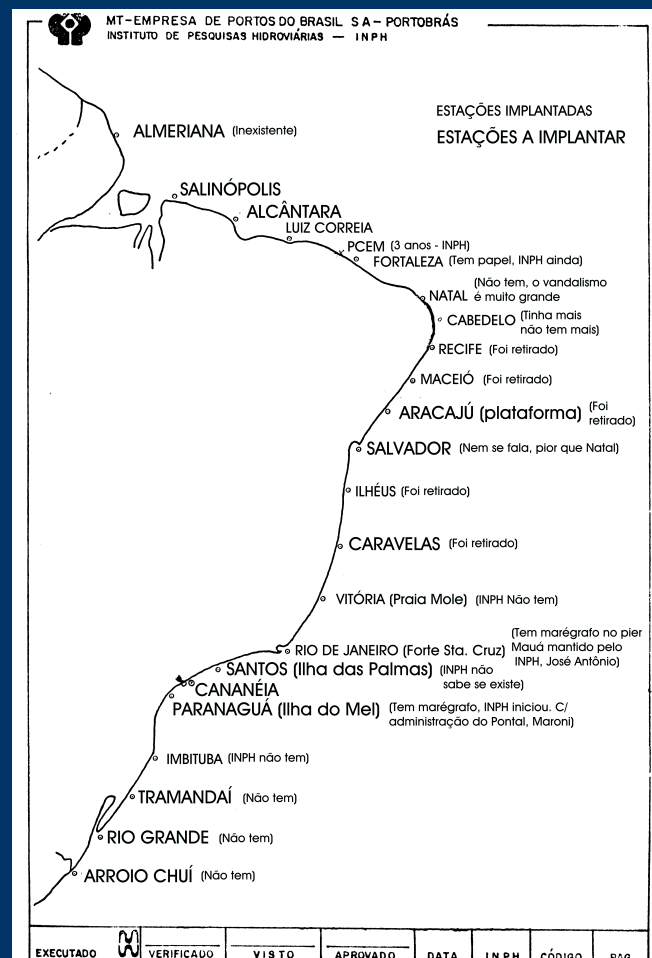
Nível Estérico/Halostérico do Mar

- A parte de cima da Figura mostra, em ordenada, a quantidade de calor acrescida aos oceanos e, na escala da direita, o correspondem A parte de cima da Figura mostra, em ordenada, a quantidade de calor acrescida aos oceanos e, na escala da direita, o correspondente aumento do nível do mar (0-3000m), no período de 1850 a 2000.
- A linha vermelha corresponde a variação térmica global, obtida a partir de medições de temperatura no oceano. As linhas pontilhadas correspondem às estimativas desses valores obtidas por dois modelos numéricos globais, o primeiro desde 1850, o segundo fornecendo previsões de temperatura a partir de 1950-1960.
- A parte de baixo da figura mostra as variações médias globais de temperatura, em graus centígrados, efetivamente medidas (linhas cheias) e as previstas por modelos numéricos (linhas pontilhadas), em diferentes profundidades oceânicas entre 500 e 4000 metros.
- A inclinação da reta ligando os pontos A e B corresponde a um aumento de nível estérico/halostérico do mar na razão de 1,2 mm/ano. Estimativas de Munk, W. (op cit)



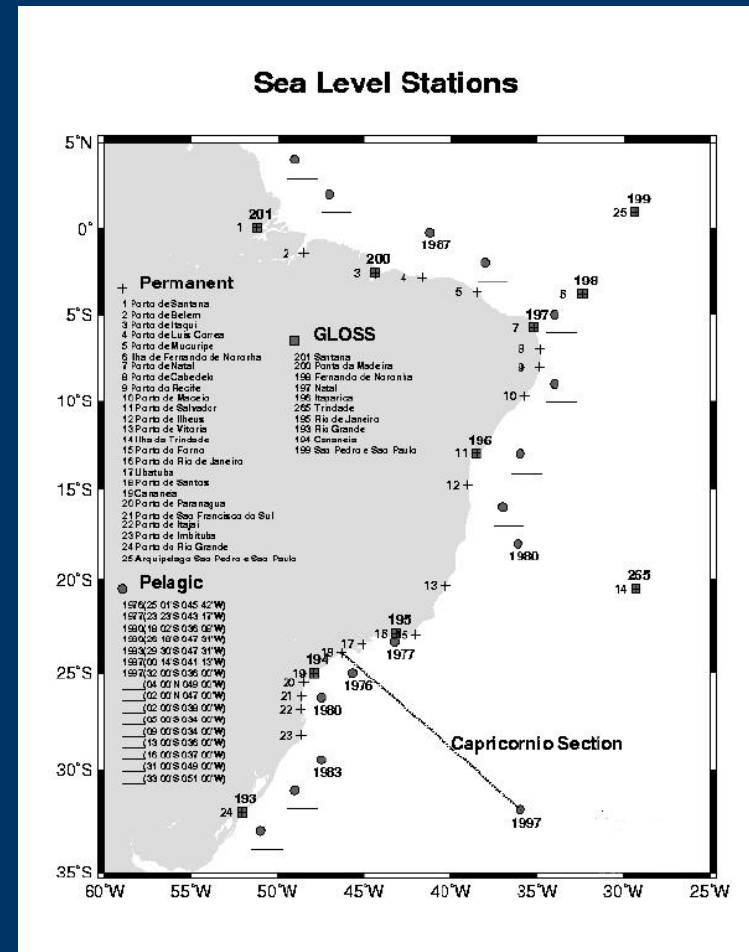
Medições na Costa Brasileira

- 1- As medições do Nível do Mar no Brasil começaram a ser feitas de forma sistemática no início do século XX
- 2- As Instituições interessadas nessas medições foram, inicialmente, o Observatório Nacional (MCT), O Serviço dos Portos, atual Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH) (MTr) e, posteriormente, a DHN, (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil).
- 3- Na Universidade de São Paulo as medições de Nível do Mar começaram a ser feitas em 1954, na Base de Cananéia do Instituto Oceanográfico, (Litoral Sul do Estado de São Paulo) e em 1967, na Base de Ubatuba, (Litoral Norte).
- 4- O Centro Nacional de dados do Nível do Mar é gerenciado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha do Brasil.



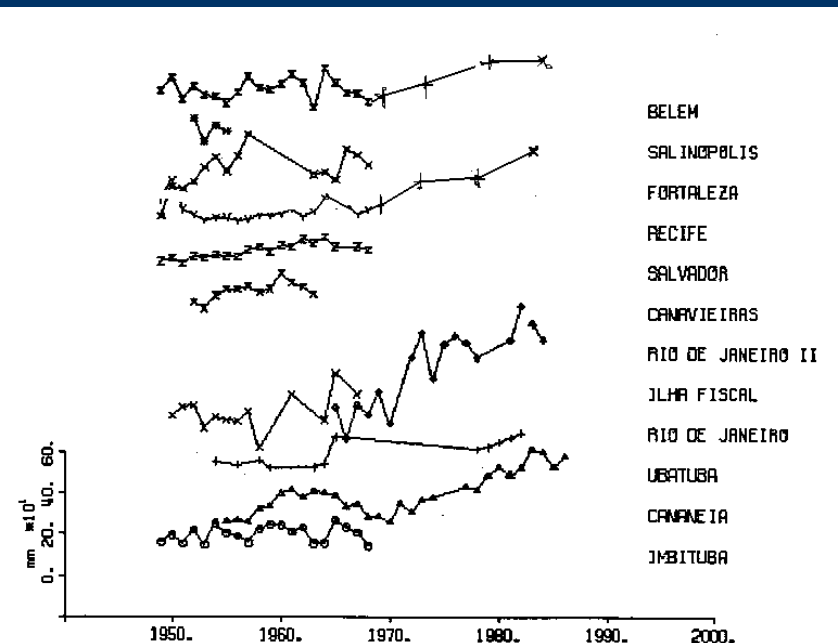
Programas Nacionais de Medição do Nível do Mar

- A figura mostra as posições, ao longo da costa brasileira, dos portos onde são realizadas medições:
- 1- Em Estações Permanentes de Medições do Nível do Mar ,(INPH, DHN, IBGE, (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IOUSP).
- 2 - Medições em Estações Pelágicas Não Permanentes (IOUSP).
- 4 - Estações do Programa GLOSS (Global Observing Sea Level System) (IOC/UNESCO).
- 5 – Medições do Nível Estérico do Mar - Secção Oceanográfica Capricórnio (IOUSP – Planejada).



Variação do Nível do Mar na Costa Brasileira

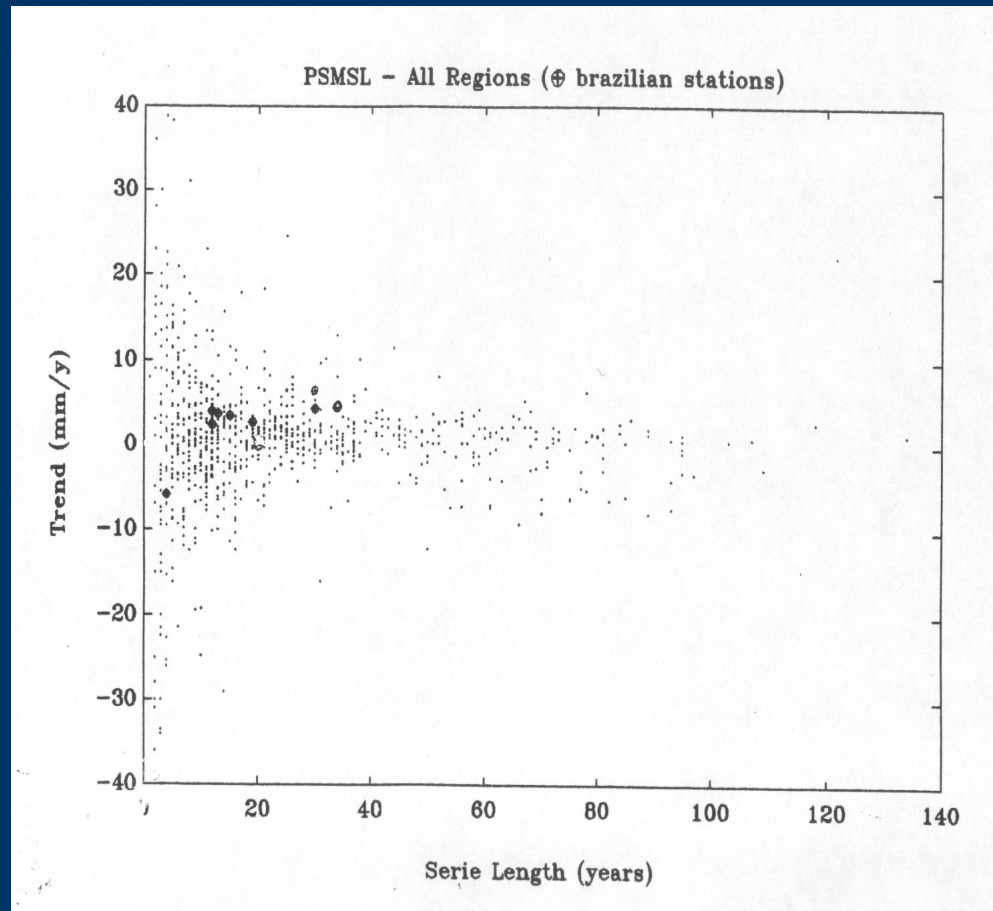
- Apesar das medições de nível do mar serem feitas em vários portos na costa do Brasil, desde o início do século passado, poucas séries temporais são suficientemente longas de forma a serem utilizadas para análise das variações de longo termo (mais de 20 anos).
- A Figura mostra médias anuais das medições horárias de Nível do Mar, nesses portos, feitas pelo INPH e pela DHN, juntamente com medições feitas nas bases de pesquisas do IOUSP em Cananeia e Ubatuba.
- Como pode ser observado as séries mais longas da costa brasileira apresentam inclinações indicando um aumento aproximadamente igual ao medido na Base de Pesquisas de Cananeia, que é da ordem de 40 centímetros por século.



Tendência das Estações Brasileiras Versos PSMSL

A Figura mostra as razões de variação do Nível do Mar em (mm / ano) das séries Brasileiras, contra o seu comprimento em anos, comparadas com as variações das séries fornecidas pelo Serviço Permanente para o Nível do Mar (PSMSL).

Nota-se que as séries do PSMSL mostram locais, onde o Nível do Mar tem variação negativa, indicando uma distribuição dos valores positivos e negativos do aumento do Nível do Mar, quase simétrica em torno do valor zero (mm/ano).



Mãos à Obra

- Diante do fato inexorável do aumento Global do Nível do Mar da atualidade na costa brasileira (40 cm/século) acima da média de 24 cm/século é necessário que sejam realizados na costa brasileira trabalhos com o objetivo de:
 - 1- Estabelecer os limites cartográficos entre as partes territoriais emersa e oceânica, de acordo com as normas legais vigentes. Ver exemplos de realização de medições semelhantes na Afro-America GLOSS-News, http://www.mares.io.usp.br/aagn/7/arm/pulso_ing.htm em todo o litoral brasileiro.
 - 2 – Fazer projeções de **níveis extremos** de variação do Nível do Mar, em todos os portos, onde hajam registros recentes e suficientemente longos de nível do mar. Estudos preliminares para a cidade de Cananeia, Estado de São Paulo, indicam com certeza estatística a ocorrência, dentro do período de 200 anos, de níveis extremos do mar da ordem de 2,60 m acima do nível médio local. Que sejam informadas as populações litorâneas locais. Ver www.mares.io.usp.br Ícone AAGN.
 - 3- Realizar medições sistemáticas anuais da variação do **nível estérico/halostérico** do mar, na sessão oceanográfica, **Sessão Capricórnio**, em frente a cidade de Santos e informar as prefeituras ao longo da costa brasileira, para que tomem conhecimento do desenvolvimento dessas medições e que possam se precaver em defesa dos seus munícipes, quanto ao aumento gradual e inexorável do Nível do Mar em consequência da atividade humana.

4- O Instituto Oceanográfico da USP oferece anualmente Curso de Extensão sobre: Medição , Análise, Previsão e Modelagem do Nível do Mar. O Curso é destinado aos profissionais de Engenharia envolvidos em atividades de medições do nível do mar, nas Empresas , nas Prefeituras, nos organismos dos Estados e da Federação, bem como aos portadores de Títulos Universitários em Oceanografia, Meteorologia, Física, Matemática, Geografia e outras.

- As disciplinas do curso cobrem as áreas de
- 1 - Técnicas de Obtenção e Análise do Nível do Mar -
- 2. Processos Estocásticos e Séries Temporais: Aplicações às Ciências Físicas -
- 3. Técnicas de Altimetria por Satélite em Dados do Nível do Mar -
- 4. Técnicas de Meteorologia Sinóptica e o Nível do Mar -
- 5. Método Harmônico de Análise e Previsão do Nível do Mar -
- 6. Técnicas de Posicionamento Geodésico por Satélite e o Nível do Mar -
- 7. Técnicas de Análise de Massas de Água e o Nível do Mar-
- 8. Técnicas de Modelos Numéricos e o Nível do Mar -
- 9. Técnicas de Informações Geográficas e o Nível do Mar -
- 10. Técnicas de Geodésia Física e o Nível do Mar –
- Ver detalhes no endereço: <http://www.io.usp.br/ extensao/ extensao.htm> .
- São atribuídos Certificados aos que forem aprovados em pelo menos 4 (quatro disciplinas) e Título de Especialista em Medição do Nível do Mar aos que tiverem aproveitamento em todas as disciplinas e apresentarem trabalho final do curso que obtenha a aprovação do Conselho de Professores.

- Muito Obrigado