

Contribuição ao estudo da dinâmica de marés e correntes na Baía de Florianópolis

Henrique Frasson de Souza Mário¹; Davide Franco²; Sílvio Cesar Guimarães².

¹*Doutorando em Engenharia Ambiental – UFSC, Florianópolis, SC - mario_hfs@hotmail.com*

²*Laboratório de Hidráulica Marítima – UFSC, Florianópolis, SC - franco@ens.ufsc.br*

³*Oceanógrafo – Florianópolis, SC - silviosub@hotmail.com*

RESUMO: Procurando estudar as marés e correntes na Baía de Florianópolis, foram instalados um correntógrafo acústico (ADP - 500KHz) e dois sensores de pressão na região da Baía, no dia 8 de março de 2006. Um dos sensores de pressão e o ADP ficaram alocados no estreitamento entre a Ilha e o Continente, próximo à ponte Hercílio Luz. O outro sensor de pressão foi posicionado na Praia de Jurerê, na extremidade norte da Ilha de Santa Catarina. Neste trabalho são apresentados dados preliminares, resultantes de uma campanha investigativa. Os resultados apontam que, no estreitamento, a direção das correntes relaciona-se com as variações de maré. Durante o período de maré enchente o fluxo se deu no sentido norte para sul, enquanto que na vazante o fluxo se deu do sul para o norte.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrodinâmica, correntes, marés, Florianópolis.

1. INTRODUÇÃO

A Baía de Florianópolis, localizada entre a Ilha de Santa Catarina e o Continente, é formada por dois corpos de água, denominados de Baía Sul e Baía Norte (Figura 1). Estes corpos aquosos são divididos por um estreitamento entre a Ilha e o Continente, onde existe um canal de 370m de largura e 30m de profundidade máxima.

A Baía Norte possui uma ligação com o mar muito maior do que a Baía Sul, esta característica parece influenciar de maneira substancial a hidrodinâmica local.

Em outubro de 1971, a empresa Hidrologia S.A. realizou o primeiro estudo básico do comportamento hidrodinâmico da Baía de Florianópolis e uma análise preliminar dos dados levantados para. Foram medidos dados de salinidade, temperatura, intensidade e direção das correntes em regime de maré média, sizígia e quadratura.

Em 1972, a empresa Planidro e o DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento) desenvolveram um estudo teórico da circulação da Baía, a partir de análises qualitativas, métodos analíticos e condições simplificadoras dos processos físicos. Para avaliar os resultados dos cálculos teóricos utilizaram os dados oceanográficos medidos pela Hidrologia S.A., obtendo uma boa concordância qualitativa entre os valores medidos e calculados.

Outro estudo para caracterizar a hidrodinâmica da Baía de foi realizado pelo Salles (1990), através de relações puramente geométricas e expressões analíticas, sob um enfoque de hidráulica de canais. O regime das marés foi investigado a partir dos dados medidos pela Hidrologia S.A., em 1971, utilizando linhas de fluxo e equipotenciais para definir as secções de descargas instantâneas e estimar o sentido longitudinal das correntes.

Em 2002, foram realizadas uma série de campanhas de medições pelo LaHiMar/UFSC. Estas campanhas resultaram na mais longa série de dados maregráficos obtida para fins de pesquisa na

Baía de Florianópolis, totalizando um período de aproximadamente 8 meses de registros ininterruptos na Enseada de Brito (Baía Sul, em conjunto como Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos – LCMM), sendo que mediu-se também o nível na Ponta do Papagaio (Baía Sul) e Praia de Jurerê e (Baía Norte).

Estas medições realizadas pelo LaHiMar serviram de base para o estudo de Prudêncio (2003), que implementou o modelo numérico POM (Princeton Ocean Model), no modo bidimensional, para a Baía de Florianópolis.

A pesar de muitos estudos terem sido realizados sobre a Baía, de um modo geral, poucas medições hidrodinâmicas tem sido feitas neste ambiente. Sendo assim, procurando contribuir para o entendimento da dinâmica da Baía, o LaHiMar irá realizr medições de temperatura, nível e correntes em diversos pontos da Baía, além de monitorar as condições atmosféricas da Ilha de Santa Catarina.

Neste trabalho são apresentados dados preliminares, resultantes de uma campanha investigativa. Os dados hidrodinâmicos medidos, juntamente com o padrão atmosférico observado, são aqui apresentados, entretanto não são conclusivos e estão sendo úteis pra a elaboração de uma metodologia mais consistente, que será discutida nas conclusões.

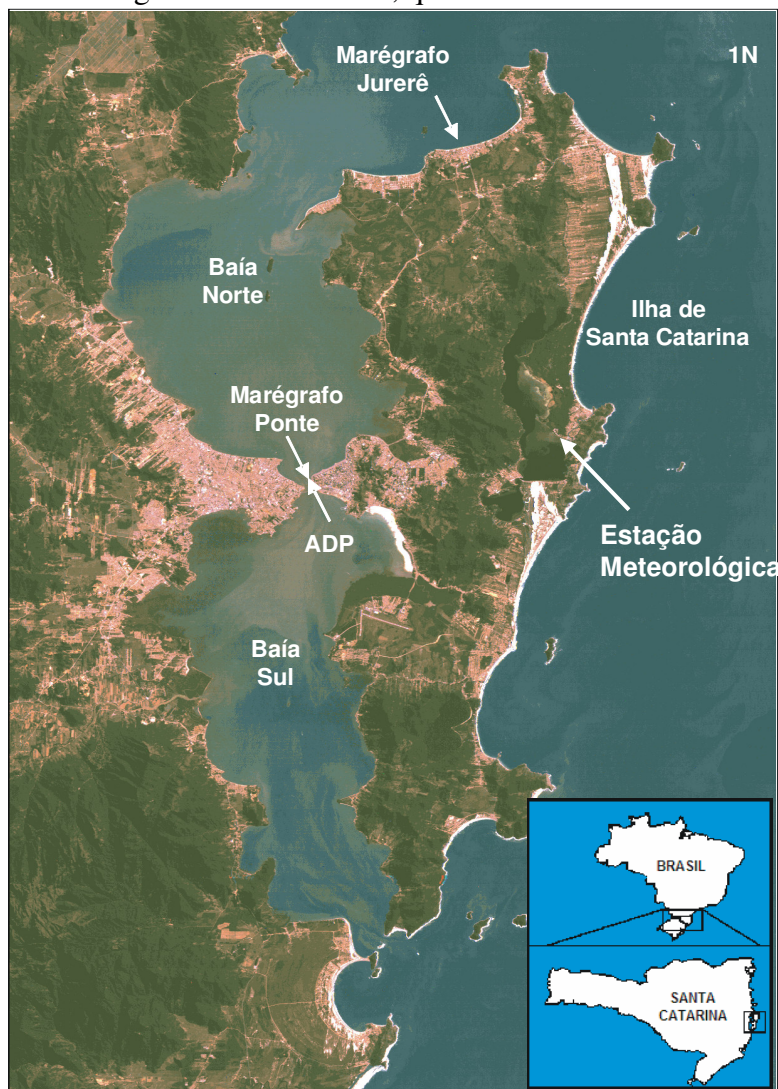


Figura 1. Localização da área de estudo e dos equipamentos.

2. TEMPERATURA E NÍVEL

Dois equipamentos com sensores de temperatura e pressão foram instalados na região da Baía Norte, na campanha de 8 de março de 2006. Um dos equipamentos foi alocado no estreitamento entre a Ilha e o Continente, próximo à ponte Hercílio Luz (S27°35'29" W048°33'46" SAD69). O outro foi posicionado na Praia de Jurerê (S27°24'57" W048°25'51" SAD69), na extremidade norte da Ilha de Santa Catarina (Figura 1).

O equipamento utilizado para as medições de temperatura e nível foi um mini CTD SD200. Este equipamento ficou instalado durante todo o período de coleta de dados de corrente. As medições foram feitas com intervalo de 30 minutos.

Na Figura 2 podemos observar que os picos de maior temperatura não coincidiram entre o Jurerê e a Ponte. Sendo que na Ponte a maior temperatura foi atingida 2 horas antes.

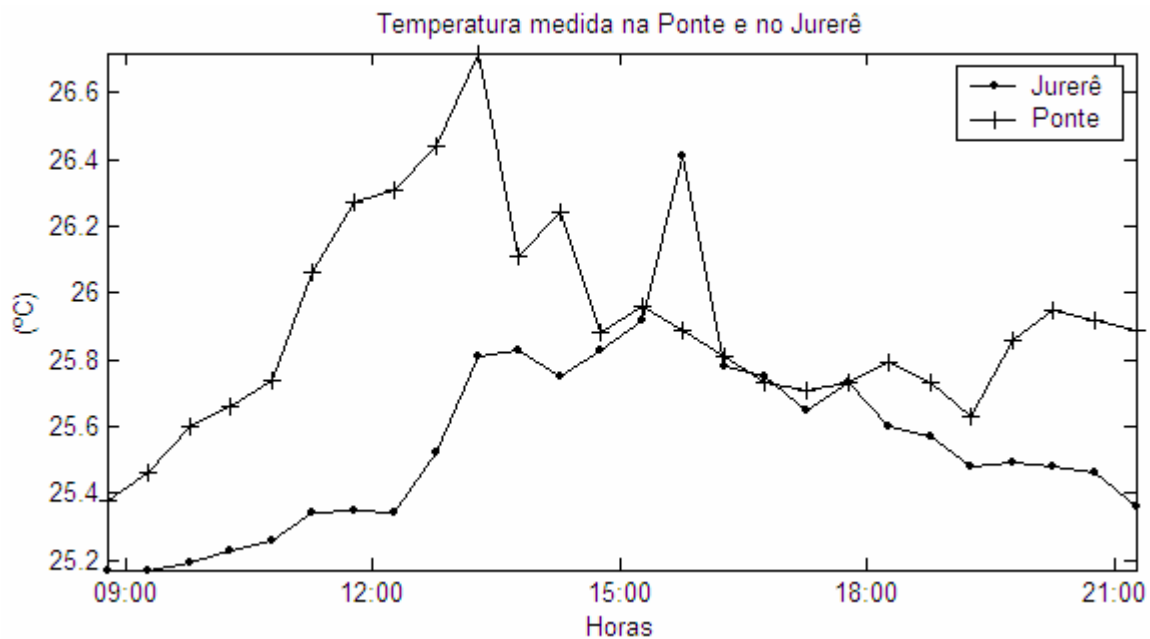


Figura 2. Temperatura na Praia de Jurerê e Próximo à Ponte, no dia 8 de abril de 2006.

Na Figura 3 pode-se observar o nível do mar no Jurerê e na Ponte, o padrão é muito semelhante, parecendo haver pouca defasagem nos horários de enchente e de vazante entre as estações de medição. Porém, a diferença entre o nível máximo e o mínimo na Praia do Jurerê foi de 0,72m, enquanto que próximo à ponte foi de 0,62m, ou seja, uma maior amplitude no Jurerê.

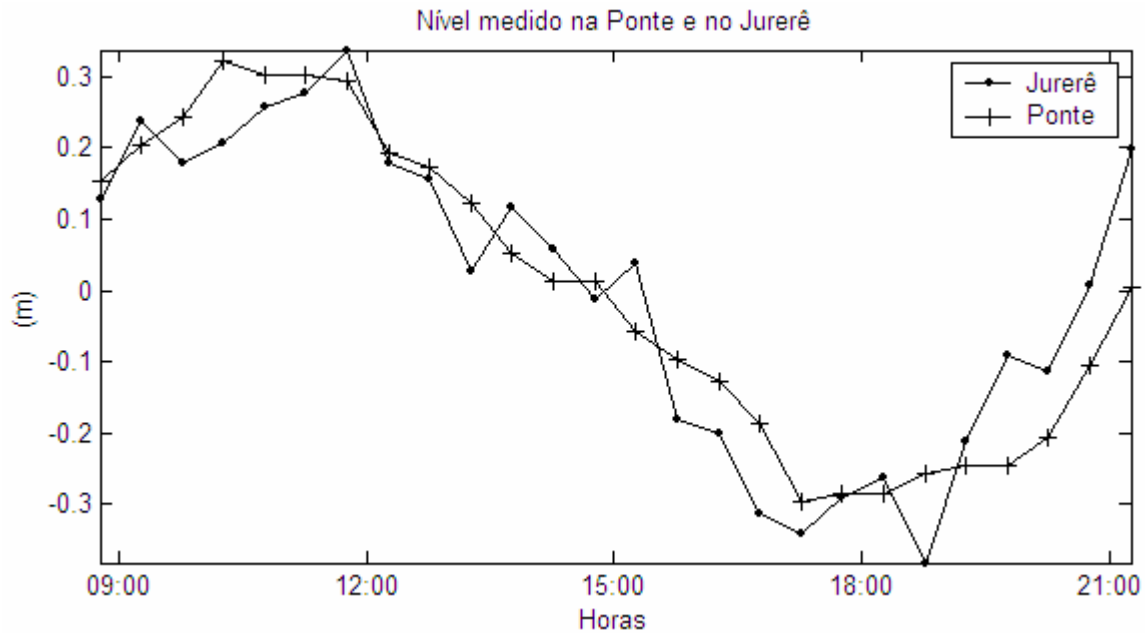


Figura 3. Nível na Praia de Jurerê e Próximo à Ponte, no dia 8 de abril de 2006. Foi subtraída a média do nível medido e da maré astronômica para a comparação

Procurando entender os efeitos atmosféricos na Baía de Florianópolis, reconstituiu-se a maré astronômica no local da Ponte, através das constituintes harmônicas descritas no trabalho de Salles *et al* (2003) (Tabela 1). Utilizou-se o T_PREDICT, programa para MATLAB® integrante do T_TIDE (Pawlowicz *et al*, 2002).

Tabela 1. Constituintes harmônicas da Maré próximo a Ponte de Florianópolis. (Salles, 2000).

| Constituinte | Frequência (ciclo/hora) | Amplitude | Fase |
|--------------|-------------------------|-----------|---------|
| Q1 | 0.0372 | 0.0360 | 88.196 |
| O1 | 0.0387 | 0.1170 | 119.229 |
| k1 | 0.0418 | 0.0690 | 181.623 |
| P1 | 0.0416 | 0.0240 | 173.376 |
| N2 | 0.0790 | 0.0500 | 237.319 |
| M2 | 0.0805 | 0.2500 | 156.952 |
| S2 | 0.0833 | 0.1730 | 157.100 |
| K2 | 0.0836 | 0.0550 | 149.446 |
| M3 | 0.1208 | 0.0500 | 311.228 |
| MN4 | 0.1595 | 0.0370 | 228.271 |
| M4 | 0.1610 | 0.0870 | 284.104 |
| MS4 | 0.1638 | 0.0500 | 394.952 |

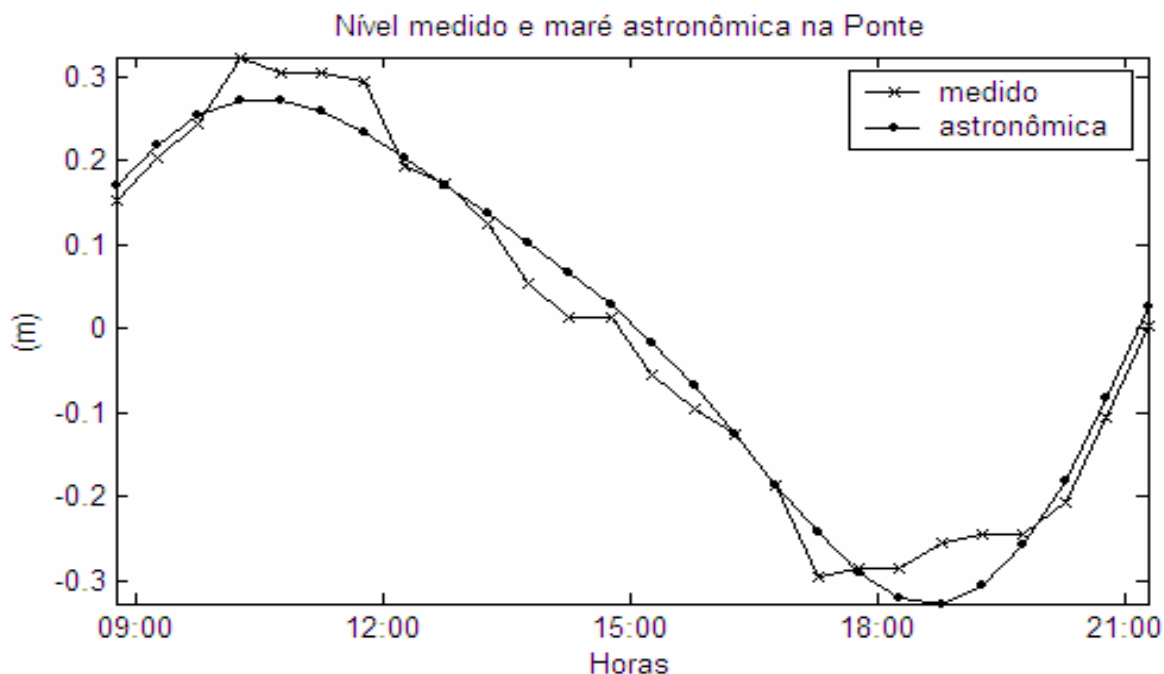


Figura 4. Nível medido e maré astronômica. A maré astronômica foi reconstituída através das constituintes harmônicas. Foi subtraída a média do nível medido e da maré astronômica para a comparação.

3. CORRENTES

Para a medição de correntes na região de estudo foi utilizado um correntógrafo acústico, Acoustic Doppler Profiler – ADP 500KHz. O equipamento foi configurado para fazer medições a cada metro de coluna d’água. Sendo que, foram 5 minutos de medições a cada 30 minutos de intervalo.

O correntógrafo foi colocado em um flutuante e ficou durante 13 horas aquisitando dados ao lado de uma embarcação (S27°35’42” W048°33’53” SAD69), sob a ponte Hercílio, com o intuito de se investigar o fluxo entre as Baías Norte e Sul.

A maior magnitude de corrente encontrada foi de 0,64 m/s no período de maré vazante, sendo que as correntes de maior magnitude foram encontradas entre 6 e 20m de profundidade. O fluxo se dá em modo predominante na direção Norte-Sul, ocorrendo inversão completa do sentido.

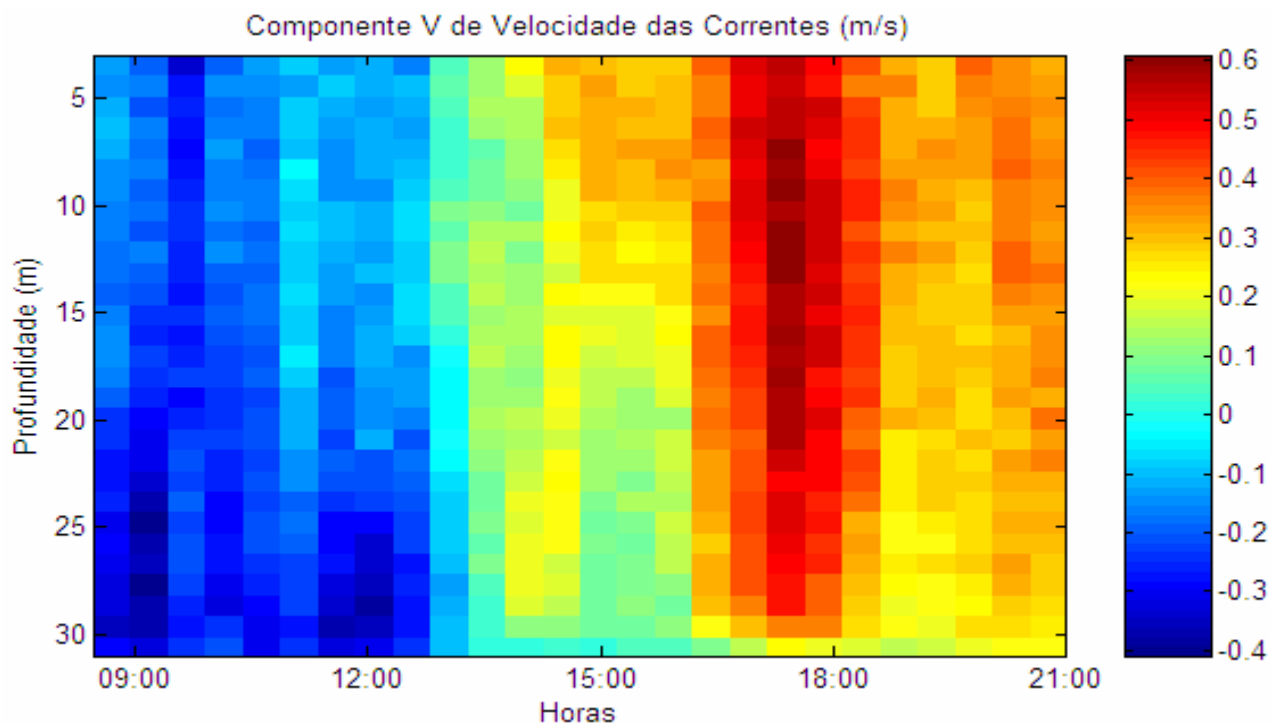


Figura 5. Valores de corrente no estreitamento entre as duas Baías de Florianópolis. Os valores positivos, imageados em azul, são referentes ao sentido de Norte para Sul das correntes, enquanto que os valores negativos, imageados em cores avermelhadas e amareladas, são no sentido de Sul para Norte.

4. CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS

O Laboratório de Hidráulica Marítima mantém uma estação meteorológica, modelo Vantage Pro (Davis®), na região da Barra da Lagoa da Conceição em Florianópolis (S27°34'56" W048°26'27" SAD69). A estação vem operando desde junho de 2005.

A seguir são apresentadas as condições atmosféricas dos períodos que antecedem e precedem a campanha de medições do dia 8 de abril de 2006.

De acordo com a análise climática DISME e CPTEC (2006) seis sistemas frontais atuaram no País, durante abril (Figura 6). Este número ficou dentro da climatologia para latitudes entre 35°S e 25°S. Estas frentes tiveram um rápido deslocamento, causando nebulosidade e chuvas fracas nas regiões afetadas, principalmente no litoral do Brasil.

Entre os dias 08 e 09, uma região de baixa pressão configurou-se próximo à Região Sul do Brasil. No dia 10, esta baixa pressão intensificou-se e houve uma frontogênese no litoral sul de São Paulo e associação com outra frente que estava sobre o oceano. O ramo frio deste sistema frontal apresentou-se bastante meridional e deslocou-se rapidamente pelo litoral da Região Sudeste, indo até o sul da Bahia.

As condições atmosféricas durante a campanha eram inicialmente de vento fraco, no quadrante Norte, ocorrendo o aumento do vento durante a campanha. No período da tarde o vento se intensificou, voltando a uma situação mais estável no final do período. A figura 7 mostra as condições atmosféricas monitoradas pela estação meteorológica da Barra da Lagoa.

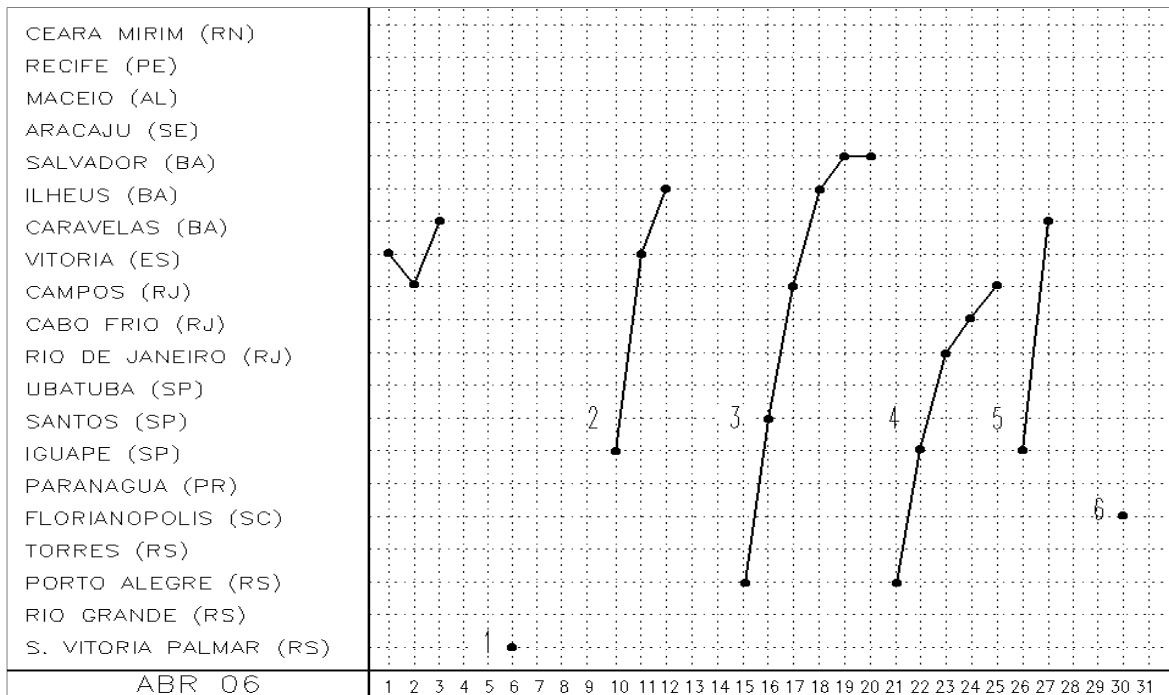


Figura 6. Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em ABRIL-2006. As linhas indicam que a frente passou pela estação entre 09:00 (HL) do dia anterior e às 09:00 (HL) do dia indicado. (Fontes: DISME e CPTEC).

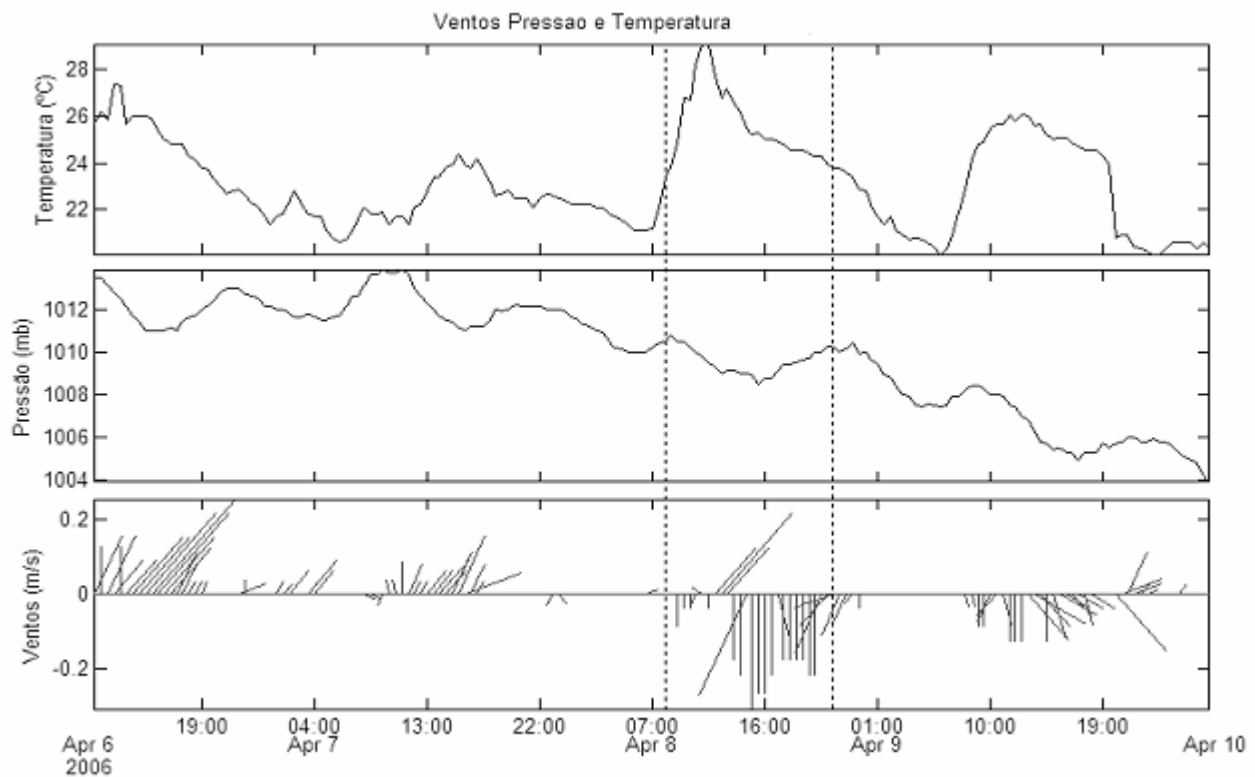


Figura 7. Condições atmosféricas nos período anterior e posterior da campanha. Dados da estação meteorológica do LaHiMar instalada na Barra da Lagoa.

4. CONCLUSÕES

Parece ocorrer uma diferença de fase, da propagação da onda de maré, entre o Jurerê e a Ponte. Entretanto é necessária uma série temporal maior e com menor intervalo entre os registros, para evidenciar melhor esses efeito na propagação da onda de maré.

Os resultados apontam que, no estreitamento, a direção das correntes relaciona-se com as variações de maré. Durante o período de maré enchente e cheia o fluxo se deu da Baía Norte para a Sul. A medida que a maré foi vazando, o fluxo gradativamente se inverte, dando-se da Baía Sul para a Norte. Na figura 8 observam-se estas evidências.

Devido ao curto período de medições realizado nas campanhas até o momento, não é possível montar um quadro geral para a circulação hidrodinâmica da Baía. Para isto, pretende-se realizar uma campanha de maior duração e com menores intervalos entre os registros, possibilitando um melhor aproveitamento dos dados. Neste estudo futuro serão correlacionados os dados de temperatura, nível e correntes, além dos dados atmosféricos.

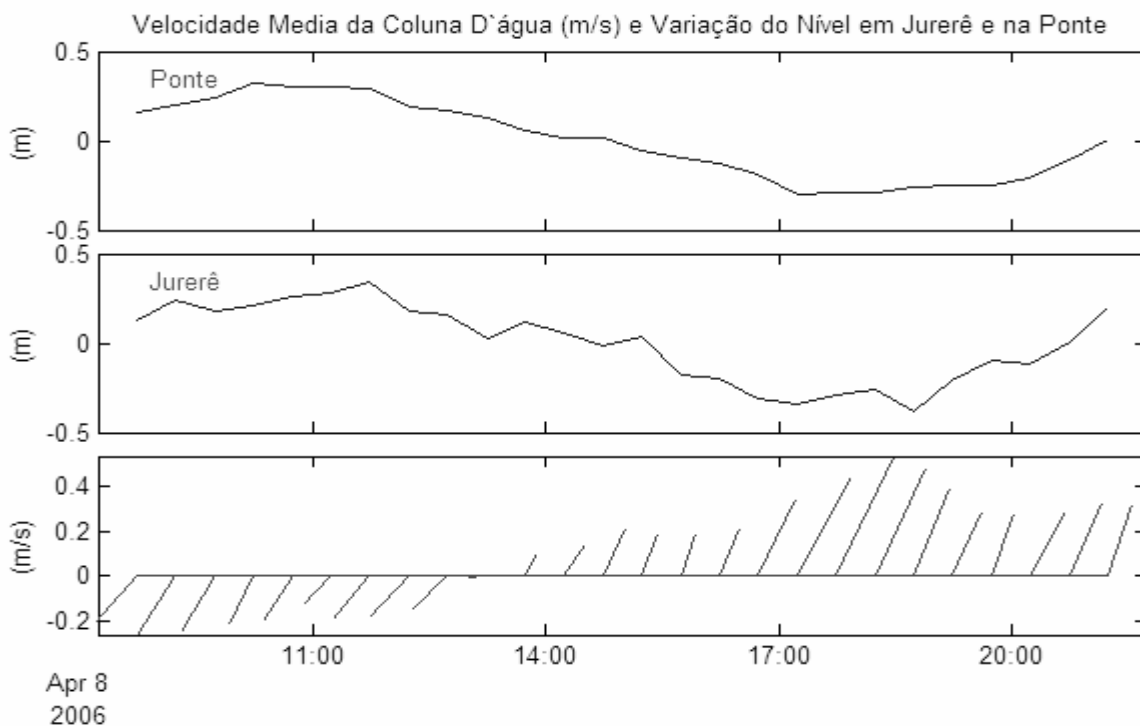


Figura 8. Medições de nível realizadas na Ponte e no Jurerê pelo CTD e pelo ADP (direção e magnitude das correntes mediadas na profundidade).

Quadro 1. Resumo de valores associados às variáveis medidas.

| Temperatura | | Diferença de nível | | Corrente (componente V) |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------|-------------------------------------------|
| Jurerê | Ponte | Jurerê | Ponte | Ponte |
| máxima: 26.41°C | máxima: 26.72°C | 0.62m | 0.72m | sentido Sul para Norte máxima: 0.6m/s |
| mínima: 25.17°C | mínima: 25.38°C | | | sentido Norte para Sul máxima: 0.4 m/s |

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

DISME e CPTEC. Climanalise, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Distrito de Meteorologia – DISME. On-line: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>. Abril 2006.

HIDROLOGIA, E. I. C., *Determinação dos Parâmetros Oceanográficos na Baía de Santa Catarina*. HIDROLOGIA S.A. Engenharia Industria e comércio. PLANIDRO – Engenheiros Consultores Ltda. Relatório Técnico. 180p. 1971.

MIRANDA, L. B., CASTRO, B. M. e KJERFVE, B., *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo. Livro. 411p. 2002

PAWLOWICZ, R., BEARDSLEY, B. e LENTZ, S. *Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_TIDE*. Elsevier Science Ltd. Pergamon. Computer & Geosciences n. 28, p. 929-937. 2002.

PRUDÊNCIO, R. S., *Estudo Numérico da Circulação Induzida pela Maré na Baía de Florianópolis*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, Dissertação de Mestrado, 107p.. 2003.

SALLES, C. M. *Estudos de Impactos Ambientais do Aterro do Saco dos Limões*. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Núcleo de Estudos Catarinenses. Relatório Técnico, 389p. 1990.

SALLES, F. J. P., BENTES, F. C. M. e SANTOS, J. A., *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*. 1ª ed., Rio de Janeiro, Fundação de Estudos do Mar – FEMAR. 280p. 2000