



Revista de Gestão Costeira Integrada -
Journal of Integrated Coastal Zone
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos
Hídricos

Costa, Ricardo L.; Möller, Osmar O.

Estudo da estrutura e da variabilidade das correntes na área da plataforma interna ao
largo de Rio Grande (RS, Brasil), no sudoeste do Atlântico Sul, durante a primavera-verão
de 2006-2007

Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,
vol. 11, núm. 3, 2011, pp. 273-281

Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340134002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Estudo da estrutura e da variabilidade das correntes na área da plataforma interna ao largo de Rio Grande (RS, Brasil), no sudoeste do Atlântico Sul, durante a primavera-verão de 2006-2007 *

Study of the structure and variability of currents in the area of the inner shelf off Rio Grande (RS, Brazil), southwest of the South Atlantic during spring-summer 2006-2007

Ricardo L. Costa ^{@,1}, Osmar O. Möller ¹

RESUMO

O objetivo deste artigo é a análise da estrutura e da variabilidade das correntes registradas na plataforma interna ao largo da cidade do Rio Grande, RS (32° S), no sudoeste do Oceano Atlântico Sul, e verificar as causas destas flutuações. Os dados de direção e intensidade de corrente foram obtidos por intermédio do fundeio de um Perfilador Acústico de Correntes por efeito Doppler (ADCP – Sontek) realizado próximo da isóbata de 15 metros (lat 32° 25, 177' S; lon 052° 12,313' W). Para análise do efeito do vento foram obtidos dados de direção e intensidade coletados pela Estação dos Práticos da Barra do Rio Grande (aproximadamente 20 km do fundeio). As séries foram analisadas separadamente no domínio do tempo e da frequência no período de primavera e verão de 2006-2007, tanto no sentido longitudinal como transversal.

Dentro deste contexto, os resultados obtidos demonstram que, neste período do ano, onde os ventos NE são mais intensos, o fluxo costeiro é para sul, com velocidade média de 0,06 m/s e maior energia concentrada em períodos de 10,3 dias. As correntes costeiras na plataforma interna do Rio Grande do Sul estão diretamente relacionadas ao padrão de ventos local, sendo caracterizadas por fluxos longitudinais à linha de costa com forte predominância barotrópica, enquanto os fluxos transversais possuem um acentuado cisalhamento vertical de velocidade.

Palavras Chave: Perfilador acústico de correntes por Doppler, corrente costeira, variabilidade, plataforma continental, efeito do vento

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the variability of the currents recorded in the inner shelf off the city of Rio Grande, RS (32°S), Southwestern Atlantic Ocean, and verify the causes of these fluctuations. The current speed and direction were obtained by an acoustic Doppler

@ - Autor correspondente: oce_rc@yahoo.com.br

1 - FURG - Instituto de Oceanografia, Núcleo de Oceanografia Física, Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina, Av. Itália Km 08, Rio Grande (RS), 96201-900 BRASIL. e-mails: oce_rc@yahoo.com.br, dfsomj@furg.br

current profiler (ADP - Sontek) moored near the 15-meter isobath (lat. 32 ° 25, 177 'S, lon. 052 ° 12.313' W). The meteorological data (wind speed and direction) were collected at the meteorological station of the Rio Grande Pilot Station. The rotated time series (along-shore e cross-shore) were analyzed separately in time and frequency domains during spring and summer of 2006-2007.

The results show that during the time of the year when the NE winds are more intense, coastal flow is southward with an average velocity of 0,06 m / s. Higher energy is centered at the period of 10,3 days. Coastal currents over the inner shelf of Rio Grande do Sul are directly related to local wind patterns. Along-shore flows are strongly barotropic while cross-shore flows have a stronger baroclinic component.

Keywords: ADCP, coastal currents, variability, continental shelf, wind response

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mendes (1984), a plataforma continental corresponde à área entre a linha média de baixa-mar e a profundidade em que a inclinação do assoalho marinho passa a ser bem mais acentuada. Costuma-se distinguir uma porção proximal e uma porção distal da plataforma continental as quais são referidas, respectivamente, como plataforma interna e plataforma externa, geologicamente separadas pela isóbata de 50m (Mendes, 1994). Oceanograficamente, a plataforma interna possui um papel chave na circulação da globalidade da plataforma, uma vez que é nesta região que os fluxos se ajustam à presença da linha de costa (Lentz, 1995).

Na plataforma continental, os processos com escala temporal variando entre semidiurna (12h) e sazonal (um ano) são determinantes nos mecanismos de transporte de água, organismos e substâncias dissolvidas ou em suspensão, quer estas sejam naturais, quer introduzidas pelo homem (Castro *et al.*, 2006). Com exceção das correntes de maré, as principais fontes geradoras desses movimentos podem estar associadas ao regime de ventos e aos efeitos produzidos por correntes de borda, além de eventuais processos ligados à flutuabilidade introduzida por descarga de rios. No caso da ação dos ventos, a escala de variação é dependente da região geográfica da área de interesse. Em áreas extratropicais, por exemplo, o vento tende a atuar em escala sinóptica (variabilidade atmosférica) que está relacionada ao período de 2 a 15 dias, onde os fluxos são forçados pela passagem de sistemas frontais (Castro & Lee, 1995).

A carência de dados observacionais de correntes, em séries temporais longas e cobrindo pontos em diferentes posições geográficas, é uma realidade ao longo de toda a costa brasileira. Embora existam alguns trabalhos com fundeios de curta duração (*e.g.*, Zavialov *et al.*, 2002), o quadro geral não é muito diferente do resto do país com relação à costa do Rio Grande do Sul.

Problemas causados por intensas correntes costeiras, associadas às ondas de gravidades e a elevações do nível do mar são comuns, e podem gerar erosões e enchentes em áreas litorâneas, destruição de construções à beira-mar, assim como assoreamento de portos e canais de navegação. Do mesmo modo as determinações de sítios de lançamento de sedimentos dragados exacerbam a necessidade de conhecimento dos diferentes processos envolvidos na dinâmica da plataforma interna. Dessa maneira, o estudo sobre as correntes costeiras, a determinação de sua variabilidade e os efeitos que as causam se faz imprescindível, sendo este o objetivo principal deste trabalho.

2. REGIÃO DE ESTUDO

A região de estudo localiza-se na plataforma continental interna da costa sul do Rio Grande do Sul, ao largo da cidade de Rio Grande, em torno de 32° S de latitude. Esta área faz parte da Plataforma Continental Sul do Brasil (PCSB), situada entre 29° S (Torres) e 34° S (Chuí). Esta plataforma apresenta uma linha de costa retilínea, com orientação Nordeste - Sudoeste, formando um ângulo de aproximadamente 37° de inclinação em relação ao Norte Verdadeiro (NV).

O estuário do Rio da Prata é a maior fonte de água doce para a plataforma continental adjacente na região sudoeste do Atlântico Sul, com uma descarga média de 23.000 m³s⁻¹ (Piola *et al.*, 1999; Piola *et al.*, 2004) e picos que chegam a mais de 60.000 m³s⁻¹ em anos de eventos El Niño (Piola *et al.*, 2005) e uma distância de 400km ao sul do local de estudo. A Lagoa dos Patos, cuja desembocadura está próxima da latitude de 32°S é, também, um importante tributário, com descarga média de 2.400 m³s⁻¹ (Vaz *et al.*, 2006), podendo alcançar picos de 12.000 m³s⁻¹ também em anos de evento El Niño (Möller & Castaing, 1999).

Apesar da escassez de observações, a circulação dominante na região de interesse pode ser creditada à circulação gerada pelo vento graças aos padrões observados nas distribuições de propriedades físicas, químicas e biológicas (Soares & Moller, 2001). Os mesmos autores também apresentam os resultados de um fundeio de três meses na isóbata de 48 m onde se observa um fluxo de baixa frequência predominantemente barotrópico. A corrente residual é dirigida para nordeste (NE) e a variabilidade das correntes ocorre entre 2 e 12 dias, estando relacionada ao vento. O pico de energia é centrado no período de 10,4 dias, o que é confirmado também por Zavialov *et al.* (2002), que utilizaram a mesma base de dados, acrescida de mais 3 meses de uma segunda etapa do fundeio.

A região ainda possui uma alta variabilidade sazonal e interanual no campo de vento (Piola *et al.*, 2005; Braga & Krusche, 2000), onde ventos de NE, dominantes no verão, forçam um deslocamento das águas constituintes da Pluma do Rio da Prata para o Sul e ventos de Sudoeste (SO), presentes no inverno, geram um deslocamento das mesmas para Norte (Möller *et al.*, 2008). O padrão de ventos sobre a região costeira é determinado pela influência do anticiclone do Atlântico Sul em escala sazonal, pela presença de sistemas meteorológicos em escala sinóptica e pelo sistema de brisa costeira (Braga & Krusche, 2000).

Os ventos predominantes na costa do Rio Grande do Sul são de origem NE e estão associados ao centro de alta pressão gerado pelo anticiclone semi-estacionário do Atlântico Sul.

Este sistema é mais intenso entre a primavera e o verão e mais fraco no inverno, quando o anticiclone se desloca para zonas de baixa latitude (e.g., Möller *et al.*, 2008; Piola *et al.*, 2005; Guerrero *et al.*, 1997) o que possibilita a entrada de um maior número de frentes meteorológicas e o aumento na frequência de ocorrência de ventos de SO.

A influência da maré é mínima nesta região, descrita como de predominância diurna (Fernandes *et al.*, 2004; Möller *et al.*, 2007), em um regime de micromaré com amplitudes médias de 0,47m (Herz, 1977)

3. METODOLOGIA

3.1 Aquisição das séries de vento e corrente

A série de correntes foi adquirida por meio de um fundeio realizado no dia 22/10/2006, a uma distância de aproximadamente 4 quilômetros da costa (figura 1), na isóbata de 15m (lat 32° 25', 177' S; lon 052° 12,313' W). O fundeio instalado consistiu de um ADP Sontek de 1,0 MHz com sensor de pressão para determinação de nível e do campo de ondas. O aparelho foi posicionado no assoalho oceânico com os transdutores voltados para a superfície, no interior de um sistema de proteção contra redes de arrasto marca Floatation Technology. A cada hora o ADP coletou dados de nível, velocidade e direção de corrente, calculados a partir da média amostral de 120s a 1hz. Ao longo da coluna de água foram 32 células de 50 cm mais uma distância de branco de 1m, permitindo uma amostragem de 17m de coluna d'água. O fundeio foi recuperado no dia 23/02/2007.

A série apresentou uma interrupção no registro devido a uma possível inversão do ADP que ocorreu entre os dias 22/11 (às 14h00min) e 24/11 (às 21h00min). Isto gerou uma lacuna de 53 horas (aproximadamente 1,7% do comprimento total da série temporal). Foi então usado um método de interpolação espectral descrito por Andersen (1974) para preencher a lacuna causada por essa falha. O sensor de nível (pressão) não funcionou corretamente ao longo de todo o período e os dados foram descartados.

A série de intensidade e direção do vento foi coletada por uma estação meteorológica automática "Davis Instruments Corporation", localizada na Estação de Práticos da Barra do Rio Grande, situada nas proximidades da desembocadura da Lagoa dos Patos (lat. 32° 8' 13", lon. 52° 6' 14"), (figura 1). O anemógrafo está instalado na parte superior da torre da Praticagem, sendo os dados coletados pela estação a cada hora e calculados a partir da média amostral de 5 minutos de aquisição

3.2 Processamento das séries de vento e corrente

Para que o sistema de referência possuísse a mesma orientação da linha de costa, em virtude da inclinação da mesma com relação ao NV, as séries de velocidade das correntes e do vento foram decompostas em componentes paralelas (longitudinais) e perpendiculares (transversais) à costa (figura 2), sendo referidas pelas siglas **CLC** e **CTC**, respectivamente, no caso da corrente, e **CLV** e **CTV** para o vento. No caso específico da região de interesse, a linha de costa apresenta um ângulo de inclinação de 37° em relação ao NV (Möller *et al.*, 2001). Todas as rotações foram feitas com base na metodologia descrita por Miranda *et al.* (2001).

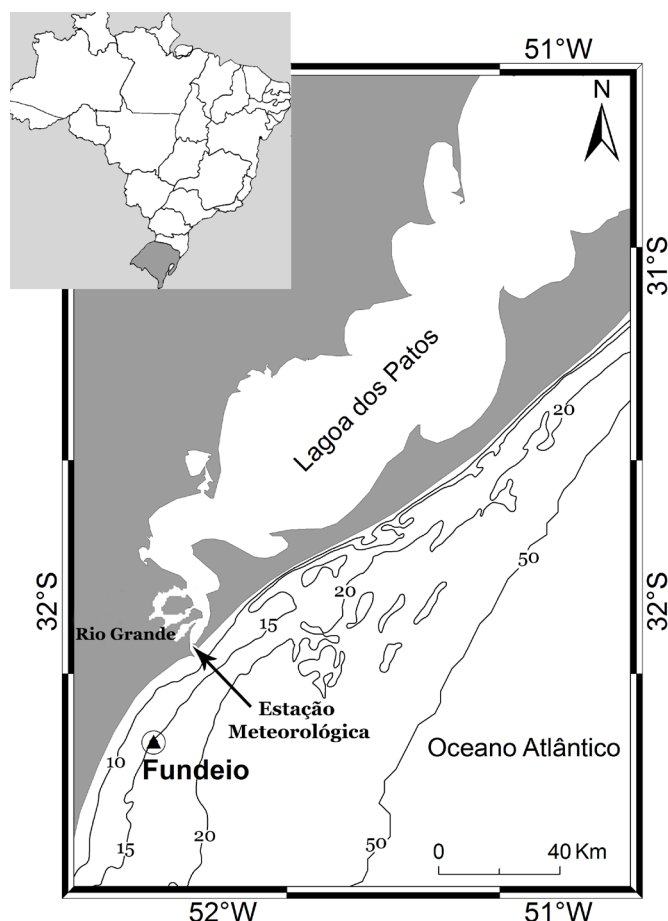


Figura 1. Localização do ponto do fundeio e da estação meteorológica.

Figure 1. Mooring and the meteorological station position.

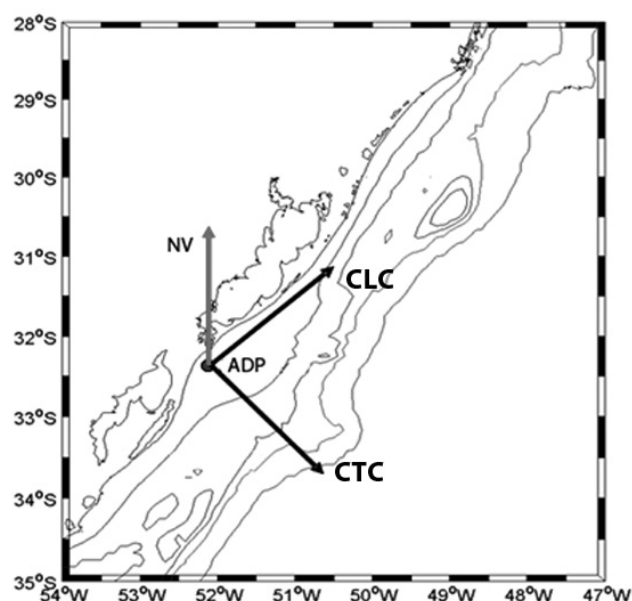


Figura 2. Exemplo de rotação usada para os Componentes V e U, do vento e da corrente, para obtenção das componentes paralelas e perpendiculares à linha de costa.

Figure 2. Example of rotation used for the U and V, wind and current components, to obtain the cross-shore and along-shore components.

Neste estudo, a base de correlações foi feita apenas com a componente longitudinal do vento (**CLV**), pois o eixo de maior variabilidade do vento está associado à direção NE-SO (Braga & Krusche, 2000; Möller *et al.*, 2001). Para as correntes, a componente longitudinal foi usada como referência em função de seus impactos em termos de transporte de água e de propriedades serem mais importantes que os da componente transversal.

Com o objetivo de remover oscilações de alta frequência, como o sinal de brisa do vento e maré nas correntes, utilizou-se um filtro de passa-baixas do tipo Lanczos-Coseno (*e.g.*, Thompson, 1983), com uma frequência de corte de 1/40 horas, que remove 95% das oscilações com frequências menores que 1/25 horas. A análise de correlação cruzada foi utilizada com a finalidade de se avaliar o quanto uma variável (**CLC** e **CTC**) está diretamente relacionada a uma segunda variável (**CLV**).

As análises espectrais foram baseadas no método de Welch (1967), tendo sido aplicada uma janela do tipo Hanning, com 1/3 do comprimento total das séries e sobreposições de 50%, procedimento que resulta em uma estimativa de densidade espectral média, calculada a partir das estimativas de 5 segmentos. Como resultado da aplicação do “janelamento”, perde-se resolução espectral, mas a confiabilidade estatística relativa às concentrações de energia por banda de frequência é maior.

Para as análises de componentes principais, foi utilizada a metodologia das *Empirical Orthogonal Function* (EOF), descrita em Emery & Thomson (2001).

4. RESULTADOS

Na figura 3A é apresentada a componente longitudinal do vento (**CLV**), sendo aí possível observar a predominância dos ventos de NE em praticamente todo o período de observação (valores negativos na figura), com algumas inversões de sentido devido a passagens de sistemas frontais. Nota-se, também, que os ventos de NE são significativamente mais intensos que os ventos procedentes de SO.

Asséries das componentes longitudinais (**CLC**) e transversais (**CTC**) da corrente, para as profundidades de 3 m e 13 m, são apresentadas nas figuras 3B e 3C respectivamente, onde se observa que os valores máximos de velocidade longitudinal são da ordem de 1,0 m/s. Os fluxos dominantes dirigem-se para SO (valores negativos na figura) e apresentam velocidades absolutas maiores que aquelas dos fluxos dirigidos para NE (valores positivos na figura). Nota-se, ainda, que as velocidades são maiores na superfície que no fundo, principalmente em fluxos direcionados para o sul. Com relação à **CTC** verifica-se que em alguns momentos há um cisalhamento vertical na velocidade, com valores “positivos” (em direção a costa) na superfície e valores predominantemente “negativos” (em direção ao oceano) no fundo. As intensidades da **CTC** são

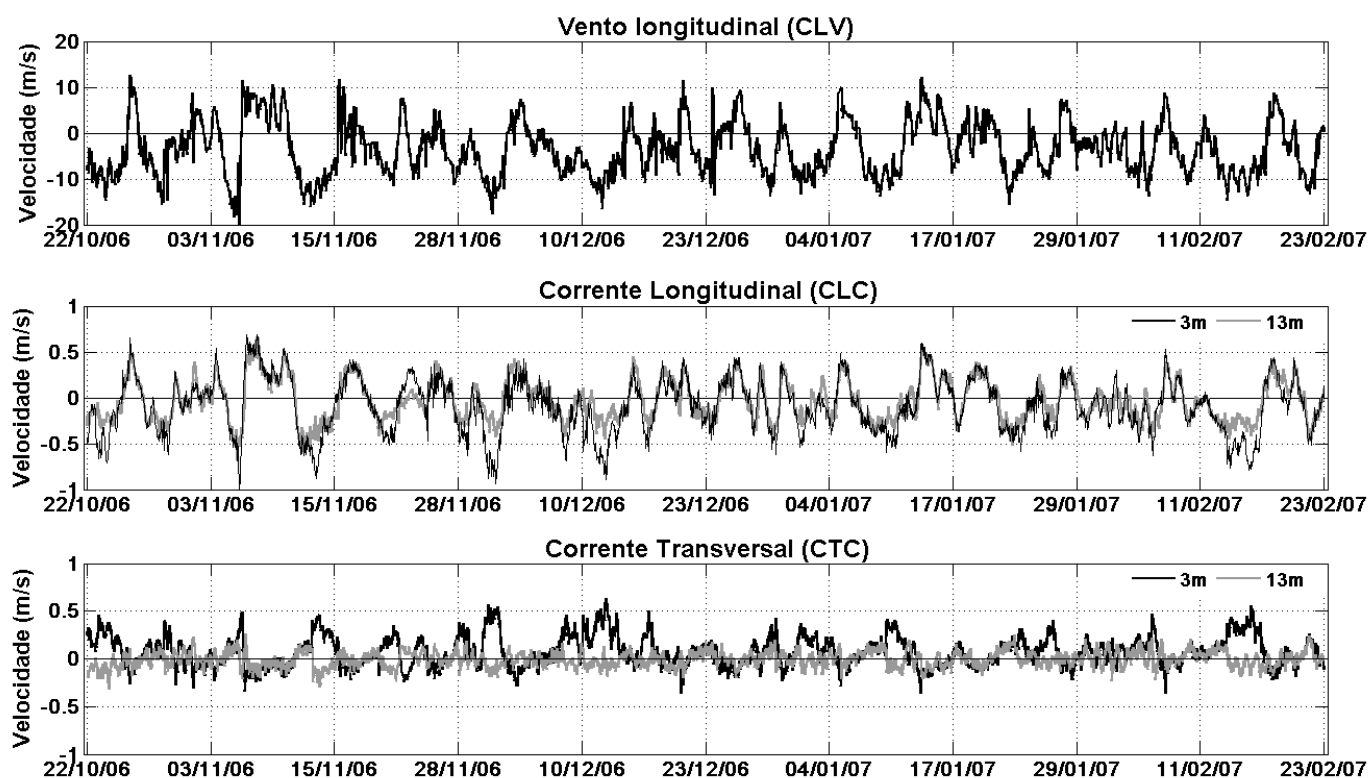


Figura 3. (A) Componente longitudinal do vento (paralela à costa), valores negativos indicam fluxos para o sul (Vento de NE) e valores positivos fluxos para o norte (Vento de SO). (B) Componente longitudinal da corrente medida a 3m (preto) e a 13m (cinza claro), valores negativos indicam fluxos para o sul, positivos fluxos para o norte. (C) Componente transversal, valores negativos indicam fluxo em direção a costa, e valores positivos fluxos em direção ao oceano.

Figure 3. (A) Along-shore Wind, negative values indicate southward wind and positive values northward. (B) Along-shore current velocity (black line) at 3m depth and (gray line) at 13m depth, negative values indicate southward current and positive values northward current. (C) Cross-shore current velocity, negative values indicate on-shore current, and positive values off-shore current.

menores em relação à **CLC**, não ultrapassando 0,5 m/s na superfície e 0,25 m/s próximo ao fundo.

As estimativas de densidade espectral, calculadas tanto para o vento (figura 4), como para a corrente (figura 5), apontam as bandas de baixa frequência como as mais energéticas (maior variância). Para o vento observa-se que o pico de maior amplitude se encontra entre os períodos de 7,4 a 10,3 dias. Entretanto, a energia da componente longitudinal é notavelmente maior. Já nas bandas de alta frequência, observa-se um pico com menor amplitude apenas na componente transversal, com período de 24 horas.

As maiores energias associadas com as correntes estão igualmente centradas nas faixas de baixa frequência (figura 5), com os picos mais energéticos à esquerda do gráfico (menor frequência), os quais vão decrescendo conforme nos deslocamos para as bandas de maior frequência. Os picos mais energéticos possuem períodos de 10,3 dias, 5,2 e 3,5 dias sucessivamente. Nota-se também que a energia nos picos de maior período diminui conforme aumenta a profundidade da corrente (não demonstrado na figura), de modo que nas camadas mais profundas as altas frequências ganham maior importância relativa.

Com o objetivo de se quantificar a variabilidade das correntes em altas e baixas frequências foram calculadas as variabilidades totais de cada uma das séries e posteriormente, após a aplicação do filtro de passa baixas, recalculadas as variâncias.

O resultado desses cálculos mostrou que as baixas frequências (período > 40hrs), são responsáveis por mais de 87% da variância total na **CLC** e que a variabilidade nas bandas de frequência associadas às marés é responsável por apenas 13% das variações totais.

No entanto, na **CTC** verifica-se a alteração da variância com a profundidade, de modo que as baixas frequências explicam menos de 80% da variância total na superfície. Nas camadas mais profundas esse valor diminui para 50%, mostrando que as bandas de alta frequência aumentam, com a profundidade, sua importância em relação à variância total, chegando a 50% do valor total.

A análise de componentes principais (EOFs), foi aplicada nas duas séries de correntes, com os objetivos de avaliar a estrutura vertical das suas duas componentes (**CLC**, **CTC**) e determinar a importância relativa dos modos de variabilidade na circulação total. Dessa maneira podemos verificar, através da figura 6^A, que o primeiro modo de variabilidade, que representa o fluxo barotrópico, explica 98% da estrutura vertical da **CLC**, restando 2% para o segundo modo. Em contrapartida, na componente transversal da corrente (figura 6B) a importância do primeiro modo (barotrópico) é menor, representando 68% da variabilidade total. O segundo modo, responsável por 30% da variabilidade total, é associado ao cisalhamento de velocidades encontrado nesta componente.

4.1 Baixas frequências

A análise de correlação cruzada entre vento longitudinal e a componente longitudinal da corrente, filtrados em 40 horas (figura 7A) para toda a coluna de água, apresenta um coeficiente de correlação máximo de 0,81 próximo à superfície, com uma defasagem de 4 horas. À medida que a profundidade aumenta, a correlação diminui até 0,73 e a defasagem passa a ser de 6 horas. Isto é, a resposta das águas

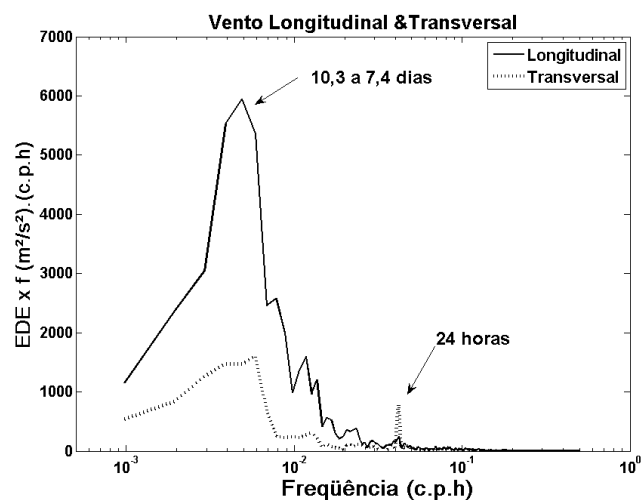


Figura 4. Estimativa de densidade espectral calculada para as componentes longitudinal e transversal do vento.

Figure 4. Along-shore and cross-shore wind density spectra.

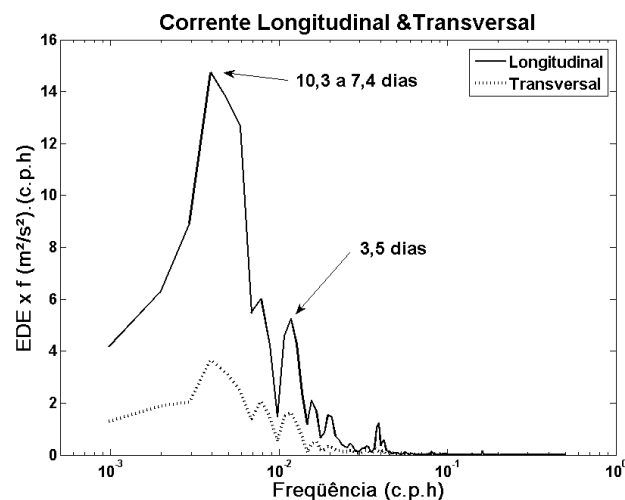


Figura 5. Estimativa de densidade espectral calculada para as componentes longitudinal e transversal da corrente na profundidade de 3 m.

Figure 5. Density spectra of the along-shore and cross-shore current at 3m depth.

à ação do vento ocorre em um intervalo de 4 a 6 horas após o vento começar a soprar em uma dada direção.

A correlação entre o vento longitudinal e a componente transversal da corrente (figura. 7B) apresenta um coeficiente de -0,82, ou seja, valores negativos do vento (vento NE) forçam correntes em direção ao oceano (correlação negativa), com um atraso de fase de 5 horas na superfície. Próximo ao fundo o coeficiente é bem reduzido, 0,4 aos 10 m e próximo a zero nas camadas mais profundas.

Não foram encontradas correlações significativas na análise realizada entre a componente transversal do vento e as duas componentes da corrente (**CLC** e **CTC**), reforçando a baixa relevância dessa componente na circulação local.

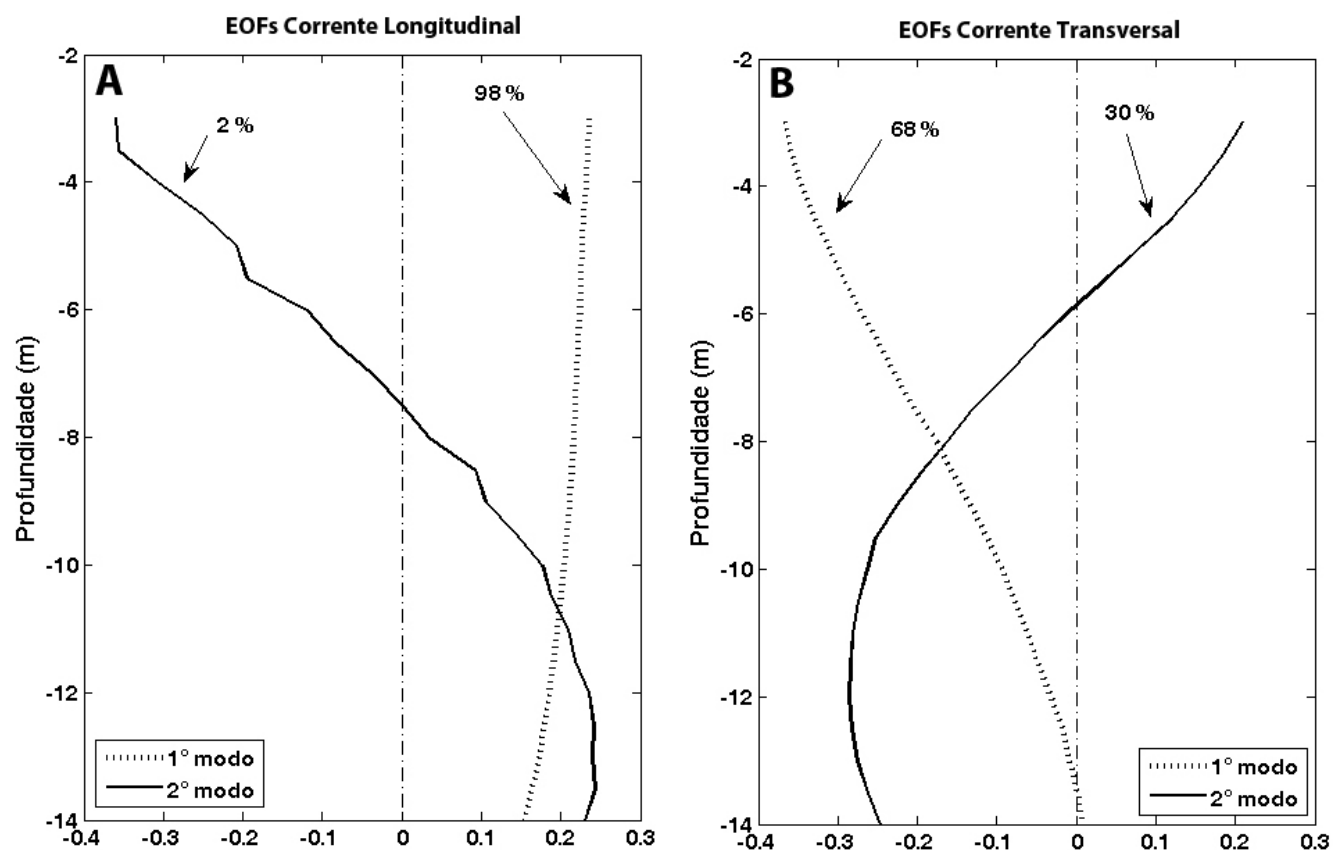


Figura 6. Análise das componentes principais (EOFs) da estrutura vertical das componentes (A) longitudinal (CLC) e (B) transversal (CLC).
Figure 6. First and second modes obtained by EOF analysis. (A) Along-shore current velocity. (B) Cross-shore current velocity.

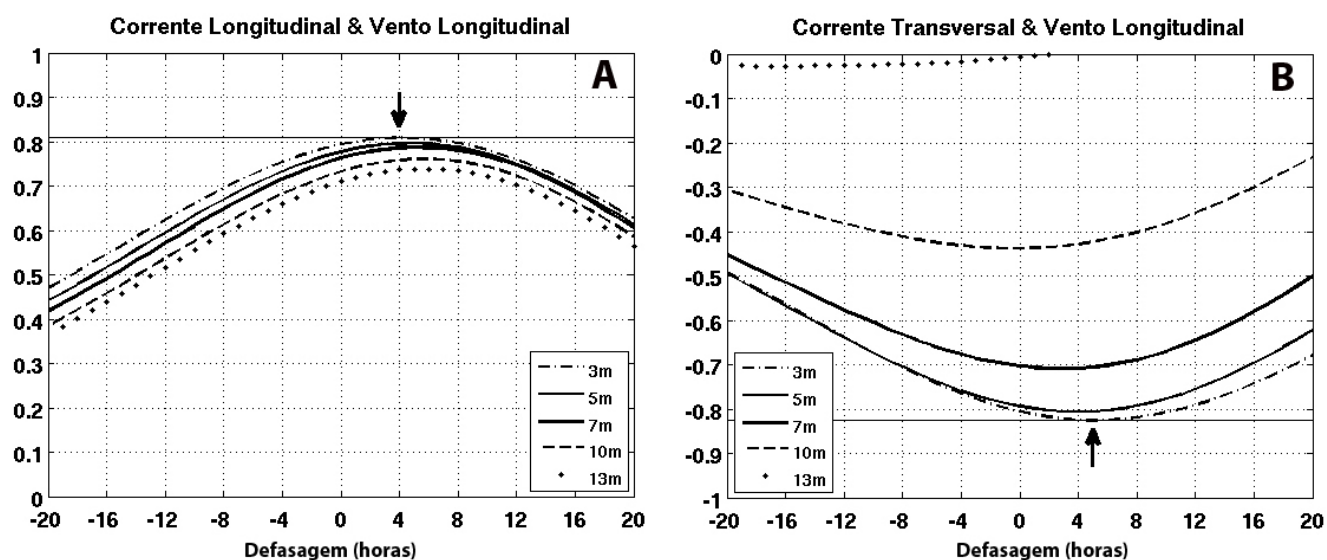


Figura 7. Correlações entre: (A) componente longitudinal do vento e componente longitudinal da corrente; (B) componente longitudinal do vento e componente transversal da corrente. As setas indicam o ponto de maior correlação.

Figure 7. Correlations between: (A) along-shore wind and along-shore current velocity; (B) along-shore wind and cross-shore current velocity. Arrows indicate maximum correlation point.

O perfil vertical médio calculado para todo o período em cada nível registrado pelo ADP na CLC (figura 8A) mostra uma situação onde as maiores velocidades ocorrem na superfície, decrescendo em direção ao fundo com uma velocidade residual para o Sul e velocidade média integrada na coluna de 0,06 m/s. Para a componente transversal, o perfil de velocidade média (figura 8B) indica uma situação em que, entre a superfície e 10 m de profundidade o fluxo é para mar aberto (sentido positivo), enquanto que abaixo dos 10 m a resultante é em direção à costa com velocidades na ordem de 0,015 m/s. O fluxo residual integrado na coluna tem sentido positivo e velocidade de 0,02 m/s.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que na região de estudo, no período entre a primavera e o verão, a corrente responde rapidamente à ação do vento, sendo este a principal forçante da hidrodinâmica, uma vez que esta é uma região de marés de pequena amplitude (Herz, 1977). Em sentido longitudinal nota-se a dominância clara de um fluxo tipicamente barotrópico que inverte de sentido na medida em que o vento roda em função da passagem de sistemas frontais meteorológicos. Na

parte referente à componente perpendicular à costa observa-se um cisalhamento vertical provocado pelos fluxos de direções opostas como resposta ao efeito de Ekman. Em parte, estes resultados são similares aos obtido por Zavialov *et al.* (2002) que, para um fundeiro instalado na isóbata de 50 m no período de outono e inverno, composto por dois correntógrafos, encontraram uma correlação direta ($r = 0,72$) entre vento e correntes longitudinais com uma defasagem de 18 horas. No entanto, a correlação com a corrente transversal foi mais fraca e direta, ao contrário do observado neste estudo. Esta estrutura encontrada na componente transversal foi igualmente observada na costa de New Jersey por Yankoski (2006) sendo atribuída à ação do vento. Na costa da Nova Zelândia Zeldis *et al.* (2004) também encontram um padrão semelhante entre o vento longitudinal e as velocidades transversais, com correlações negativas na superfície e positivas no fundo. Este padrão está de acordo com o modelo de equilíbrio friccional de Ekman, (Csanady, 1976; Scott & Csanady, 1976), onde ventos paralelos à costa induzem um transporte ortogonal à costa na camada superficial. No entanto, devida à barreira exercida pela presença da costa, um fluxo de retorno no interior da coluna de água se desenvolve em sentido contrário ao encontrado na superfície.

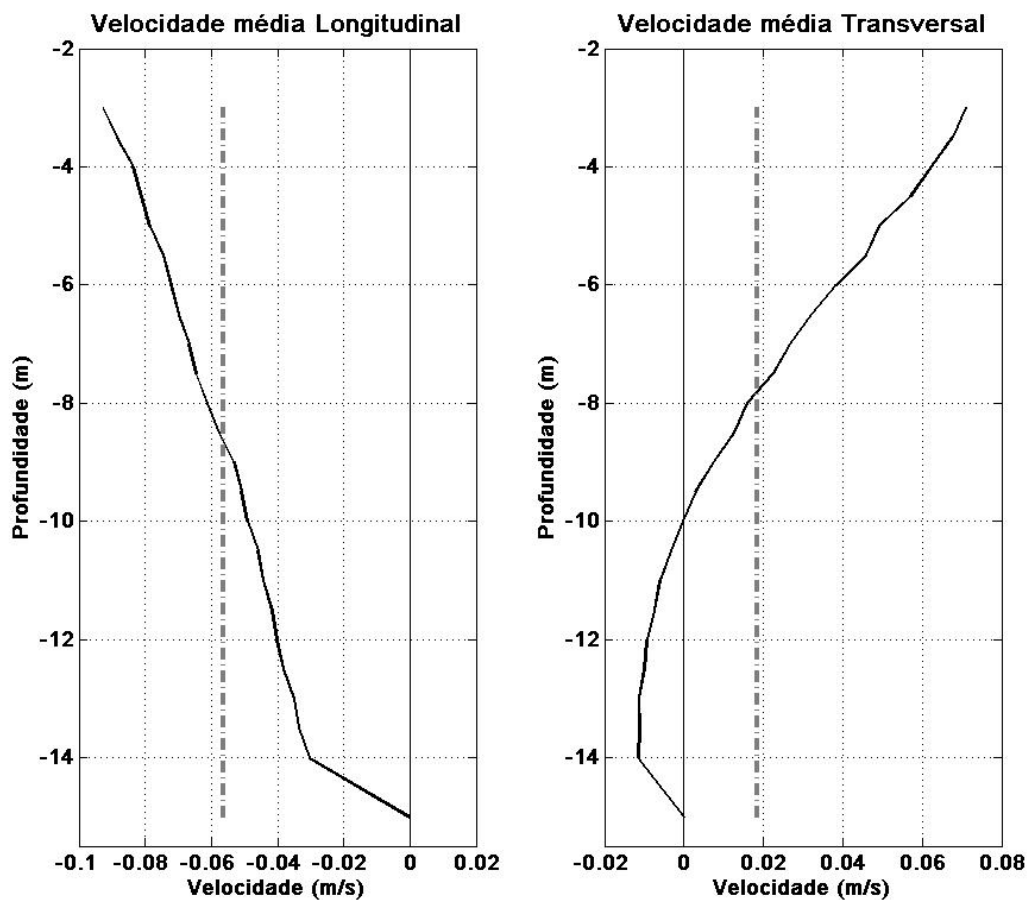


Figura 8. Perfis verticais de velocidade média para toda a serie temporal: (A) componente longitudinal da corrente (CLC), (B) componente transversal da corrente (CTC).

Figure 8. Time averaged velocity current profile over depth. (A) Along-shore current velocity. (B) Cross-shore current velocity.

Zavialov et al. (2002), no período de março a junho, também verificaram fluxos para o norte mesmo na presença de ventos de NE. E também para quase todo o período observado um fluxo residual dirigido para o norte. As duas situações são atribuídas ao efeito de gradiente lateral de densidade provocado pela presença das águas do Rio da Prata. No entanto, esta situação não foi verificada no fundeio utilizado para a elaboração desse trabalho. Isso se deve ao fato de que, normalmente, nesta época do ano, as águas do Rio da Prata encontram-se em maiores latitudes em virtude da dominância de ventos de NE (e.g., Möller et al., 2008; Piola et al., 2008).

No período estudado a componente longitudinal da corrente apresentou uma velocidade média integrada na vertical de 0,06 m/s dirigida para o Sul, valores que estão de acordo com os obtidos por Palma et al. (2008) através de simulações computacionais utilizadas para calcular a velocidade de retrocesso da Pluma do Rio da Prata (PRP), e por Romero (2008) que estimou as velocidades de retração da PRP nos meses de setembro a fevereiro com velocidade média de 0,06 m/s. Pimenta (2001) afirma também que a persistência dos ventos de nordeste mostrou ser o único fator capaz de reverter completamente o sentido do fluxo costeiro (NE) induzido pela propagação da pluma ao longo da plataforma (água costeira).

Deste modo, podemos inferir que a variabilidade da corrente na plataforma interna da costa do Rio Grande do Sul, no período analisado, está diretamente relacionada ao padrão de ventos local, associado à passagem de sistemas frontais meteorológicos (Rivas, 1997) com períodos entre 7 à 10,3 dias (escala sinóptica). O tempo médio de resposta da corrente às variações no campo de vento é de aproximadamente 4 horas. Castro & Lee, (1995) afirmam que as variações de nível na costa de Santa Catarina são geradas a partir de sistemas frontais com bandas de frequências correspondentes a períodos de 6 a 12 dias, condizendo assim com os períodos encontrados para as correntes neste trabalho.

Os processos com períodos menores que 40 horas, nas frequências da maré, se mostram pouco significativos em relação à circulação geral da região de estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Estação dos Práticos da Barra do Rio Grande por ter cedido a série temporal dos dados de vento, e também à tripulação do NOc Atlântico Sul pela contribuição dada durante à execução do fundeio.

BIBLIOGRAFIA

Andersen, N. (1974) - On the calculation of filter coefficients for maximum entropy spectral analysis. *Geophysics*, 39(1):69-72. DOI:10.1190/1.1440413.

Braga, M.F.S.; Krusche, N. (2000) - Padrão de ventos em Rio Grande, RS, no período de 1992 a 1995. *Atlântica* (ISSN: 2236-7586), 22(1):27-40, Rio Grande, RS, Brasil. Disponível em: <http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/atlantica/issue/view/273>

Castro, B.M.; Lee, T. N. (1995) - Wind-forced sea level variability on the southeast Brazilian shelf. *Journal of Geophysical Research*, 100(C8):16045-16056,

American Geophysical Union, Washington, DC, U.S.A. DOI:10.1029/95JC01499.

Castro, B.M.; Lorenzetti, J.A.; Silveira, I.C.A.; Miranda, L.B, Rossi-Wongtschowski, C.; Madureira, L. (2006) - Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chui (RS). In: C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski & L.S.P. Madureira (eds.), *O ambiente oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil*, pp.11-120, EDUSP (Editora da Universidade de São Paulo), São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 8531409489.

Csanady, G.T. (1976) - Mean Circulation in Shallow Seas. *Journal of Geophysical Research*, 81(30):5389-5399. DOI:10.1029/JC081i030p05389.

Emery, W.J.; Thomson, R.E. (2001) - *Data analysis methods in physical oceanography*. 638p., Elsevier Science, Amsterdam, Holanda. ISBN: 9780444507563

Fernandes, E.H.L.; Mariño-Tapia, I.; Dyer, K.R.; Möller, O.O. (2004) - The attenuation of tidal and subtidal oscillations in the Patos Lagoon estuary. *Ocean Dynamics*, 54(3-4):348-359. DOI:10.1007/s10236-004-0090-y.

Guerrero, R.; Acha, E.; Framinan, M.; Lasta, C. (1997) - Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, 17(7):727-742. DOI:10.1016/S0278-4343(96)00061-1.

Herz, R. (1977) - *Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos*. 261p., Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, SP, Brasil.

Lentz, S. J. (1995) - Sensitivity of the inner-shelf circulation to the form of the eddy viscosity profile. *Journal of Physical Oceanography*, 25(1):19-28, American Meteorological Society, Boston, MA, U.S.A. DOI:10.1175/1520-0485(1995)025<0019:SOTISC>2.0.CO;2. Disponível em <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0485%281995%29025%2019%3ASOTISC%2.0.CO%3B2>.

Mendes, J.C. (1992) - *Elementos de estratigrafia*. 566p., Editora T.A. Queiroz & EDUSP (Editora da Universidade de São Paulo), SP, Brasil. ISBN: 8585008164.

Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. (2001) - *Princípios de Oceanografia Física de Estuário*. 414p., Edusp (Editora da Universidade de São Paulo), São Paulo, SP, Brasil, ISBN: 85-314-0675-7.

Möller Jr, O.O.; Piola, A.R.; Freitas, A.C.; Campos, E.J.D. (2008) - The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*, 28(13):1607-1624. DOI:10.1016/j.csr.2008.03.012.

Möller, O.O.; Castaing, P. (1999) - Hydrographical Characteristics of the Estuarine area of Patos Lagoon (30°S, Brazil). In: G.M.E. Perillo, M.C. Piccolo & M.P. Quivira (eds.), *Estuaries of South America, their geomorphology and dynamics*, pp.83-110, Springer-Verlag, Berlin, Alemanha. ISBN: 9783540656579.

Möller, O.O.; Castaing, P.; Fernandes, E.H.L.; Lazure, P. (2007) - Tidal frequency dynamics of a southern Brazil coastal lagoon: choking and short period forced oscillations. *Estuaries and Coasts*, 30(2):311-320. DOI:10.1007/BF02700173.

- Möller, O.O.; Castaing, P.; Salomon, J.C.; Lazure, P. (2001) - The influence of local and non-local forcing effects on the subtidal circulation of Patos Lagoon. *Estuaries and Coasts*, 24(2):297-311. DOI:10.2307/1352953.
- Palma, E.D.; Matano, R.P.; Piola, A.R. (2008) - A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: Stratified ocean response to local and offshore forcing. *Journal of Geophysical Research*, 113(C11010), 22p.. DOI:10.1029/2007JC004720.
- Pimenta, F. (2001) - *Estudo numérico da influência da descarga fluvial e dos ventos sobre a dinâmica da pluma do Rio da Prata*. 127p., Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico / Universidade de São Paulo, SP, Brasil. Não Publicado.
- Piola, A.R.; Campos, E.J.D.; Möller, O.O.; Charo, M.; Martinez, C. (1999) - Continental shelf water masses off eastern South America – 20° to 40°S. *10th Symposium on Global Changes Studies*, pp.9-12, Dallas, TX, EUA.
- Piola, A.R.; Matano, R.P.; Palma, E.D.; Moller jr., O.O.; Campos, E.J.D. (2005) - The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. *Geophysical Research Letters*, 32(1):L01603. DOI:10.1029/2004GL021638.
- Piola, A.R.; Möller, O.O.; Palma, E.D. (2004) - El impacto del Plata sobre el Océano Atlántico. *Ciencia hoy* (ISSN: 1666-5171), 14(82):28-37, Buenos Aires, Argentina.
- Piola, A.R.; Romero, S.I.; Zajaczkowski, U. (2008) - Space-time variability of the Plata plume inferred from ocean color. *Continental Shelf Research*, 28(13):1556-1567. DOI:10.1016/j.csr.2007.02.013.
- Rivas, A.L. (1997) - Current-meter observations in the Argentine Continental Shelf. *Continental Shelf Research*, 17(4):391-406. DOI:10.1016/S0278-4343(96)00039-8.
- Romero, S.I. (2008) - *Estimaciones Satelitales de Clorofila y los Frentes Océánicos del Atlántico*. 202p., tese de doutorado, Universidade de Buenos Aires, Argentina. Disponível em http://www.oceandocs.org/bitstream/1834/2827/1/Romero_2008.pdf.
- Scott, J.T.; Csanady, G.T. (1976) - Nearshore Currents off Long Island. *Journal of Geophysical Research*, 81(30):5401-5409. DOI:10.1029/JC081i030p05401.
- Soares, I.; Möller, O.O. (2001) - Low-frequency currents and water mass spatial distribution on the southern Brazilian shelf. *Continental Shelf Research*, 21(16-17):1785-1814. DOI:10.1016/S0278-4343(01)00024-3.
- Thompson, R.O.R.Y. (1983) - Low-pass filters to suppress inertial and tidal frequencies. *Journal of Physical Oceanography*, 13(6):1077-1083. American Meteorological Society, Boston, MA, U.S.A. DOI:10.1175/1520-0485(1983)013<1077:LPFTSI>2.0.CO;2. Disponível em <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0485%281983%29013%3C1077%3ALPFTSI%3E2.0.CO%3B2>.
- Vaz, A. C., Möller jr., O. O., & Almeida., T. L. de. (2006). Análise quantitativa da descarga dos rios afluentes da Lagoa dos Patos. *Atlântica* (ISSN: 2236-7586), 28(1):13-23, Rio Grande, RS, Brasil.. Disponível em <http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/atlantica/article/view/1724/862>.
- Welch, P. (1967) - The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms. *Audio and Electroacoustics, IEEE Transactions* (ISSN: 0018-9278), 15(2):70-73. DOI:10.1109/TAU.1967.1161901.
- Yankovsky, A.E. (2006) - On the validity of thermal wind balance in alongshelf currents off the New Jersey coast. *Continental Shelf Research*, 26(10):1171-1183. DOI:10.1016/j.csr.2006.03.008.
- Zavialov, P.; Möller, O.O.; Campos, E. (2002) - First direct measurements of currents on the continental shelf of Southern Brazil. *Continental Shelf Research*, 22(14):1975-1986. DOI:10.1016/S0278-4343(02)00049-3.
- Zeldis, J.R.; Walters, R.A.; Greig, M.J.N.; Image, K. (2004) - Circulation over the northeastern New Zealand continental slope, shelf and adjacent Hauraki Gulf, during spring and summer. *Continental Shelf Research*, 24(4-5):543-561. DOI:10.1016/j.csr.2003.11.007.