Esta técnica associada aos demais métodos clássicos de pesquisa é o único instrumento capaz de observar de modo integrado às extensas superfícies representadas pelo ambiente marinho.

## OBSERVAÇÕES DAS FRENTES OCEANICAS SUBTROPICAL, SUBANTARTICA E POLAR, ATLÂNTICO SUL.

Yoshimie Ikeda

Sueli Susana de Godoi<sup>1</sup>

## RESUMO

O presente trabalho visa, numa primeira análise, localizar e verificar se ocorrem variações espaciais interanuais das Frentes Oceânicas Subtropical, Subantártica e Polar no Atlântico Sul. O estudo proposto vem sendo realizado utilizando-se dados de XBT obtidos durante as Expedições Brasileiras à Antártica e imagens do satélite NOAA-9. Os lançamentos de XBT foram efetuados ao longo de seções aproximadamente meridionais (~55°W), compreendidas entre o sul Brasil (35°S) e a Península Antártica (62°S), entre 1984 e do 1988 (verão). As imagens foram registradas pelo sistema sensor AVHRR e correspondem aos canais 4 (10.5 - 11.5 um) e 5 (11.5 -12.5 µm). Estas imagens se restringem à região entre 35° e 50°S e ao período de 1985 a 1988 (verão). Resultados parciais

1Instituto Oceanográfico - USP

preliminares (1984 - 1987), baseados em seções verticais de temperatura, indicam que sobre a Bacia da Argentina ocorre um deslocamento meridional médio interanual de 620 km do limite norte da Frente Oceânica Subtropical. Por outro lado, esta se mantém aparentemente instável ao sul ("Falkland Escarpment"), apresentando uma variação meridional de 160 km. As posições das Frentes Subantártica e Polar têm-se mostrado, de modo geral, com pouca variação espacial (100km). Dados quantitativos obtidos pelo Satélite NOAA-9 tem auxiliado em muito a identificar com exatidão feições da estrutura térmica de sub-superfície, tais como a Convergência Subtropical, vórtices e meandros, entre 35°-50° S.

## INTRODUÇÃO

O Oceano Atlântico Sul estende-se do Equador até aproximadamente 70°S e na altura da Passagem de Drake limita-se em 20°E (designação oficial). Estes limites determinam um volume que corresponde somente a 14% do total dos oceanos. Entretanto, suas trocas ativas com os oceanos vizinhos e intensa modificação local das massas de água fazem com que o mesmo constitua um fator importante no sistema climático global.

Frentes oceânicas de superfície em grande escala influenciam, entre vários fatores, nos efeitos de interação ar-mar, em relação às condições meteorológicas e climáticas. No Hemisfério Sul, tem-se observado as Frentes Oceânicas Subtropical, Subantártica e Polar (Fig. 1). Entretanto, segundo os trabalhos de Emery (1977) e Clifford (1983), parece que somente a Frente Subantártica (FSA) e a Frente Polar (P4FP) são circumpolares em extensão.



Figura 1 - Posição esquemática das Frentes Oceânicas Subtropical, Subantártica e Polar. (CLIFFORD, 1983).

As interações entre os Oceanos Subtropical e Austral são realizadas através da Zona Subantártica (Kase et al., 1985). Esta região situa-se entre as Frentes Subtropical e Subantártica, estendendo-se continuamente ao redor do Continente Antártico, sendo interrompida apenas pelo Continente Sulamericano.

A Frente Subtropical difere marcadamente de uma região para outra, destacando-se principalmente no limite oeste dos oceanos. Por outro lado, mostra-se menos pronunciada em algumas regiões centrais destes. Não se conhece detalhadamente os processos de manutenção da Frente Subtropical em superfície ou em profundidade, mas tem-se assumido que é notável a transferência meridional de calor, massa e momento através da mesma.

De acordo com Sverdrup et al. (1942), ao largo do estuário do Rio da Prata, próximo a 35°S, águas de origem Tropical, transportadas pela Corrente do Brasil, encontram-se com águas de

origem Subantártica, transportadas pela Corrente Falkland (Malvinas). E nessa região que se localiza o limite oeste da Convergência Subtropical, a qual recebe também contribuição de águas de origem continental que deságüam nela através do estuário do Rio da Prata e da Barra do Rio Grande.

Segundo Ikeda et al. (1986), na zona da Convergência Subtropical pode-se estimar gradientes horizontais de temperatura da ordem 10°C/28 km (44°S e 45°S) e 5°C/55 km (39°S). A presença de múltiplos vórtices de águas quentes nesta região tem como resultado uma extensa zona de mistura, com frentes múltiplas de temperatura da superfície do mar fluindo até 50°S (Legeckis, 1978). Estudos têm demonstrado que vórtices e meandros, como componentes desta circulação, são muitas vezes marcantemente migratórios (Legeckis & Gordon, 1982; Cacciari, 1986).

Ikeda et al. (no prelo) indicam a ocorrência de duas frentes termais na região de confluência entre as Correntes do Brasil e Falkland. Uma delas, a qual é denominada por Frente da Corrente do Brasil, limita-se ao norte pela água Subtropical. Segundo Roden (1986) esta frente pode ser identificada pela isoterma de 10°C entre 300 e 500 m de profundidade. Mais ao sul, tem-se a Frente "Falkland Escarpment" formada pela zona de confluência entre águas frias da Corrente Falkland e águas mais quentes, próximo à superfície. Sua identificação pode ser feita no intervalo entre 10° - 12°C em 30m de profundidade.

A Frente Subantártica define-se como o limite sul da Água Subantártica de Superfície (ASS). Sua configuração termal apresenta um gradiente de temperatura de superfície entre 3°C e 5°C, com isotermas orientadas verticalmente (Sievers & Emery, (1978). Suas características na camada superior, onde estão bem desenvolvidas, mostram o ressurgimento ou quaseressurgimento da isoterma de 10°C, a qual usualmente circunda esta frente e corresponde ao limite norte da ASS (Roden,

1986).

Uma identificação da Frente Polar pode ser tomada pelos gradientes de temperatura entre o limite norte da isoterma de 2°C (200 - 300 m de profundidade) e o limite norte da camada de temperatura mínima da Água Antártica de Superfície (AAS), de acordo com Botnikov (1963); Sievers & Emery (1978); Clifford (1983).

Existe a possibilidade de se estudar frentes oceânicas usando somente dados oceanográficos convencionais. Contudo, melhoramentos realizados nos sistemas imageadores infravermelho instalados em satélites de órbita geoestacionária ou polar, operados pela National Oceânic and Atmospheric Administration (NOAA), permitem a detecção de frentes termais associadas a correntes oceânicas, com melhor resolução (Legeckis, 1978; Huh et alii, 1978; Harris et al., 1978; Legeckis & Legg, 1980; Legeckis & Gordon, 1982; Godoi, 1983; Godoi & Stevenson, 1984).

A proposta do projeto CAMASSA, em desenvolvimento no Departamento de Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (DOF-IOUSP), é a de se estudar as características das massas de águas Subtropical, Subantártica e Antártica. A área de estudo, indicada na Figura 2 pelo hachurado, compreende a região entre 30° - 70°S e 050° - 070°W, envolvendo parte do Continente Sulamericano, Passagem Drake, Mar de Weddell, seus contornos e o Estreito de Bransfield.

Considerando a linha de pesquisa do Projeto CAMASSA, o presente trabalho visa, numa primeira análise, localizar e verificar se ocorrem variações espaciais interanuais no verão das Frentes Oceânicas Subtropical, Subantártica e Polar, no Atlântico Sul. Para tanto, pretende-se utilizar dados oceanográficos obtidos durante as Expedições Brasileiras à Antártica e imagens de Satélite NOAA (National Oceânic and Atmospheric Administration).



Figura 2 - Area de estudo - Proj. CAMASSA



Figura 3 - Posições de lança mentos de XBT-PROANTAR II a IV (verão 1984 a 1988)-N/Oc "Prof.W.Besnard" - Seção Meridional(~55°W) Sul do Brasil (35°S)/Península Antárti ca (62°S).

# DADOS E METODOLOGIA

## Dados Oceanográficos

Dentro das atividades do Pragrama Antártico Brasileiro (PROANTAR II a VI) foram realizados, na área de Oceanografia Física, lançamentos de provas descartáveis XBT (Expendable Bathythermograph) ao longo de seções aproximadamente meridionais (55°W), compreendidos entre o sul do Brasil (35°S) e a Peninsula Antártica (62°S), conforme indicado na Figura 3. O tipo de prova XBT utilizado foi T-7, que permite um perfilamento contínuo de temperatura da coluna d'água até 760m. Os lançamentos foram efetuados a bordo do N/Oc. "Prof. W. Besnard" da Universidade de São Paulo. A seguir são indicados períodos e números de lançamentos correspondentes a cada expedição:

	PROANTAR	PERIODO			LANÇAMENTO		
	ΙI	25/02	-	03/03/1984		92	
	III	12/01	-	19/01/1985		105	
	ΙV	20/01	-	26/01/1986		68	
	V	12/03	-	20/03/1987		101	
	VI	08/01	-	14/01/1988		60	
10							

Os lançamentos de XBT estiveram espaçados em média de 20mn (37km), sendo que nas zonas das frentes oceânicas os espaçamentos foram reduzidos a 10mn (18,5km). Os dados brutos foram submetidos a um controle de qualidade, onde picos discrepantes foram removidos através do uso de um filtromediano, e todos os pontos excedendo a 750m de profundidade foram deletados. Com isto foram elaboradas seções verticais de temperatura, com a finalidade de se observar a estrutura térmica das frentes oceânicas em estudo, ao longo da coluna d´água

amostrada. Este tipo de tratamento e processamento foi realizado no Institut für Meereskunde - Kiel - RFA. O produto final foi utilizado também por Ikeda et al. (no prelo).

Dados do Satélite NOAA-9

#### O Satélite NOAA-9/Sistema Sensor AVHRR

O satélite NOAA-9 é o quarto satélite operacional da série avançada TIROS-N (pré-lançado como NOAA-F). Sua plataforma está em órbita polar sincrona com o sol, com passagem ascendente em 14:30 hora local e períodos de 102 minutos. O referido satélite foi lançado em Vandenburg, Califórnia em Junho/1984 e tem transmitido dados desde Julho/1984. O NOAA-9 encontra-se a uma altitude de 850km com inclinação de 98,9 graus.

Imagens registradas pelo sistema sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), instalado no Satélite NOAA-9, complementam o estudo de características da estrutura térmica vertical, delineada com dados de XBT. Em particular, o sensor AVHRR mede a radiância nas faixas do visível e infravermelho. Especificamente no NOAA-9, sua versão contém cinco canais atuando nas faixas de 0.58 - 0.68 μm, 0.725 - 1.1 μm, 3.55 -3.93 μm, 10.5 - 11.5 μm e 11.5 - 12.5 μm.

A cobertura de área global GAC (Global Area Coverage) mapeada pelo AVHRR fornece uma resolução espacial de 4km. GAC é obtida por amostragens em intervalos regulares baseados na Cobertura de Area Local (Local Area Coverage), com máxima resolução espacial de 1.1km x 1.1km no nadir, para um campo instantâneo de visada de 1.4 mrad. Nesta resolução a largura da faixa imageada é de 2600km, Dados LAC são limitados pela capacidada de registro a bordo do satélite. No canal infravermelho termal a temperatura equivalente de ruído é menor que 0.12°K em 300°K.

Levantamento e processamento de dados do Satélite NOAA-9

As imagens utilizadas correspondem aos canais 4 (10.5 – 11.5  $\mu$ m) e 5 (11.5 – 12.5  $\mu$ m) e foram processadas na Universidade de Miami – Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS) – Division of Meteorology and Physical Oceanography. As imagens têm sido regularmente enviadas à RSMAS pelo Serviçio Meteorológico Nacional – Estation Villa Ortuzar – Argentina. Estas imagens são gravadas diariamente pela manhã e a tarde.

No Laboratório de Processamentos de Imagens de Satélites no RSMAS as imagens gravadas nos canais 4 e 5 (infravermelho termal) passam, primeiramente, por um pré-processamento envolvendo correções quanto à calibração do sensor, navegação orbital do satélite e atmosféricas (DSP USER'S MANUAL, 1988). O passo seguinte consiste em agrupar imagens diárias, em base semanal (cinco dias). Este processo destina-se à filtragem de Basicamente, são filtrados (Programa FLTRCLOUD) nuvens. pequenas nuvens e valores discrepantes causados por vapor d'água, isto é, pequenos núcleos frios superpostos às águas quentes. Todos os pixels (menor elemento de resolução da imagem) discrepantes no interior de um intervalo padrão são levados a zero. Em adição, há um teste de textura. Para tanto, utiliza-se de um filtro [3x3] ou [5x5], onde cada pixel é comparado com uma média do conjunto considerado. Se a diferença entre o valor de um pixel e a média daquele conjunto fôr maior que cinco níveis de cinza, o pixel é levado a zero e considerado como nuvem. Desta forma, as nuvens presentes numa sub-imagem resultante em escala semanal representam nuvens comuns ao conjunto analisado.

O sistema de processamento de imagens utilizado consiste de um computador VAX/VMS versão V4.7. Este sistema é usado para executar DSP. O DSP é um sistema de software, o qual atua como interface no tratamento das imagens processadas pela

Universidade de Miami.

O arquivo de dados, referente ao NOAA-9.AVHRR, contém imagens gravadas a partir de Julho/1984. Assim, não foi possível observar imagens correspondentes à seção amostrada com XBT durante o PROANTAR II, realizada no período de 25/Fevereiro a O3/Março/1984. Além disto as sub-imagens pré-processadas encontram-se compreendidas entre 32° - 50°S e 40° - 64°W. Devido a isto, somente a configuração da Frente Subtropical foi identificada. Um total de 19 imagens, em base semanal,foram selecionadas dentro e próximo ao período de observação XBT, correspondente ao PROANTAR III A VI.

Primeiramente, foram digitadas no VAX/VMS as coordenadas das estações de lançamentos de XBT e respectivos valores da temperatura da superfície do mar (Ts). As imagens, contendo 512 pixels por 512 linhas de varredura de resolução, foram navegadas (Programa Trace) com finalidade de se posicionar as estações. Nas imagens, uma escala de níveis de cinza (0-255) é relacionada às temperaturas de brilho (Tb)\* da superfície do mar. Utilizando-se de padrões de cores (Programa Palette), associados a intervalos de níveis de cinza e equivalentes valores de Tb, foram definidos temas ou classes correspondentes à região investigada.

As estruturas termais foram realçadas pela utilização do Programa FLTM. Este programa gera um campo com valores medianos da memória da imagem, baseado numa janela com opção de [3x3], [5x5] e [7x7] pixels. Após a filtragem, o valor do centro da cela é alterado de acordo com a média de todos os valores de uma matriz pré-determinada. Este filtro tem a vantagem de preservar a maioria das feições lineares, enquanto elimina ruído

(\*) Temperatura de brilho (Tb) é aquela temperatura correspondente à radiância de um corpo negro, a qual é equivalente à radiância registrada pelo sensor.

aleatório. No caso, foi escolhido um filtro de [7x7] pixels. Com isto, os contornos da temperatura da superfície do mar (Programa Conimg) ficam bem suavizados, o que permite uma melhor visualização da estrutura térmica de superfície, em relação aos contornos delineados sobre a imagem original.

Os dados assim tratados foram gravados em fitas magnéticas (CCT - Computer Compatible Tape) e em discos flexíveis de 5 1/4". Listagens e saídas gráficas, bem como "slides", foram também obtidos. Um total de 76 imagens processadas de acordo com a metodologia indicada encontram-se armazenadas.

## PRODUTOS

As seções verticais de temperatura delineadas com dados de XBT, referentes ao período de 1984 e 1987 (verão), estão indicadas nas Figuras 4\* e 5\* (Ikeda et alii, no prelo). Como exemplo dos produtos obtidos com os dados do satélite NOAA-9 é mostrado um conjunto de reproduções fotográficas referente à composição de imagens obtidas no período de 10 a 15/Janeiro/1985; original (Fig. 6), filtrada (Fig. 7), original e filtrada com contornos da temperatura da superfície do mar (Figs. 8 e 9). Aguas quentes estão representadas por níveis mais claros, enquanto níveis mais escuros representam áquas Nuvens estão indicadas pelas áreas escuras (preto). A frias. linha contínua, posicionada entre 35°- 50°S (Figs. 6 a 9), mostra os pontos de lançamento de XBT. O tipo de imagem encontra-se representado por 45T (canais 4 e 5 - infravermelho termal). A escala, na lateral direita mostra uma correspondência entre intervalos de níveis de cinza associados a intervalos de temperatura (Tb). O tipo de projeção é cilíndrica equiretangular. Contornos da temperatura da superfície do mar estão delineados a cada 1.0°C. Nota-se, como previamente comentado que o produto filtrado (Fig. 9) apresenta uma melhor



Fig. 4 - Estrutura vertical de temperatura - observações de XBT - Fevereiro/ Março/1984 e Janeiro/1985. Posições das Frentes Oceânicas no Atlântico Sul estão indicadas por setas (IKEDA et alii, no prelo).



Fig. 5 - Estrutura vertical de temperatura - observações de XBT - Janeiro/ 1986 e Março/1987. Posições das Frentes Oceânicas no Atlântico Sul estão indicadas por setas (IKEDA et alii, no prelo).

\*BCF (Brazil Current Front); FEF (Falkland Escarpment Front); SAF (Subantartic Front); PF (Polar Front).

resolução na definição dos contornos das isotermas em relação ao produto original (Fig. 8).

Considerando as Figuras 4 e 9 observa-se algumas feições semelhantes. A estrutura vertical da temperatura (Fig. 4) indica entre 38° - 39°S em alinhamento relativamente vertical das isotermas (5° - 21°C). Em 38°30´S as isotermas mostram-se bem condensadas nos primeiros 200 metros de profundidade e com valores entre 10°e 21°C. Estas características podem indicar a ocorrência da Frente Subtropical. Sequencialmente, verifica-se em 43°30'S uma configuração típica de vórtice. Este estende-se ao longo dos primeiros 600m de profundidade, com 170km de extensão horizontal e núcleo de 15°C próximo à superfície. Feições como as mencionadas acima podem ser comprovadas ao se observar a Figura 9, onde verfica-se nitidamente na imagem analisada a Convergência Subtropical, entre 38°-42°S. Nesta interface a diferença de temperatura entre os corpos de água é de 7°C. Mais ao sul, observa-se que a seção corta um vórtice centrado em 43°30'S com núcleo de 16°C. Seu eixo menor tem 170 km e o maior 280km de diâmetro.

Ainda não foi possível analisar conjuntamente todos 05 dados obtidos com XBT e do Satélite NOAA-9 e nem mesmo processar, com a precisão requerida, os dados de XBT correspondentes PROANTAR VI (1988). Todavia, pode-se concluir ao preliminarmente que as denominações de Frente da Corrente do Brasil (BCF) e Frente "Falkland Escarpment" (FEF) dadas e identificadas por Ikeda et al. (no preio) correspondem exatamente à localização da região da Frente Subtropical, associada a vórtices e meandros. Segundo estes autores, seu limite norte apresenta um deslocamento meridional médio interanual de aproximadamente 620km. Por outro lado ao sul mostra-se aparentemente estável onde uma variação de somente 160 km é observada no limite entre o Planalto Falkland e a Planície Abissal Argentina ("Falkland Escarpment"). As posições das Frentes Subantártica (SAF) e Polar (PF) têm-se mostrado, de modo



Figura 6 - Composição de imagens NOAA-9/AVHRR - 10 a 15/Janeiro/1965 canais 4 e 5 (infravermelho termal) - original - a linha contínua entre 35° - 50°S in dica as estações de lançamentos de XBT (PROANTAR III) - Região de Frente Oceã nica Subtropical - Atlântico Sul

Satellite - HOAA-9 Subinage Name - \*\* Subinage Title - \*cloud semoved -55,:#\* Projection -Pana time -Creation time -Print time

- Cyliedrical Equirectangular - 1/10/85 at 5:46 10 HTC - 3/47/88 at 15:49 40 UTC - 10/05/88 at 17:44 15 H1:



Figura 7 - Composição de imagens NDAA-9/AVHRP - 10 a 15EJaneiro/1985 canais 4 e 5 (infravermelho termal) - Filtro FLTM7 - a linha contínua entre 35% 50°S indica as estações de lançamentos de XBT (PROANTAR III) = Região da Frente Oceánica Subtropical - Atlántico Sul.

Satellite -Subimage Name -Subimage Title -"cloud removed -55,+8"

Rand name Projection Projection - Cylictical Public Composite Para time - 1/10/15 at 5 46 10 UTC Creation time - 10/06/28 at 17:05-01 UTC Print time - 10/06/28 at 17:35 46 UTC



Figura 8 - Composição de imagens NOAA-9/AVHRR - 10 a 15/Janeiro/1985 canais 4 e 5 (infravermelho termal) - conto<u>r</u> nos da temperatura da superfície do mar (original) - Região da Frente Oceânica Subtropical - Atlântico Sul.

	_	NOAA - Y
Subimage Name		
Subimage Title	-	"cloud removed -55,+8"
Band came		
Projection		Cylindrical adultectangular
Pass time	-	1/10/85 at 5 46-10 UTC
Trestion time	3	9/10/98 at 14-41 31 UTC
Print time		10/06/88 At 17 12 12 UT-



Subimage Name		••
Subinage Title	-	"cloud removed 15
Band name		••
Projection	-	Cylimbrical Equirectangula
Page time		1/10/85 at 5 46 10 UTC
Creation time	•	10/03/H8 at 20 25 19 UTC
Print *ime	-	10/06, 98 41 14 01 03 11

Figura 9 - Composição de imagens NOAA	-
9/AVHRR - 10 a 15/Janeiro/1985 canai	5
4 e 5 (infravermelho termal) - conto	r
nos da temperatura da superfície do ma	1
(Filtro FLIM7) - Região da Frente Oce	13
nica Subtropical - Atlântico Sul.	

geral, com pouca variação espacial (100km). Maiores detalhes quanto à utilização destes dados no estudo das frentes oceânicas podem ser encontrados na referência mencionada.

### CONCLUSOES

Com os produtos obtidos até o presente momento, é possível se estudar somente características da Frente Oceânica Subtropical, utilizando conjuntamente dados oceanográficos e de satélite. Pode-se observar de imediato que o uso de dados do Satélite NOAA-9 permite identificar com exatidão, feições da estrutura térmica de subsuperfície, delineada com dados de XBT.

possibilidade de investigar se as Frentes Oceânicas Uma Subantártica e Polar poderiam ser visualizadas, através de satélite, seria realizar um pré-processamento de imagens originais que não estão contidas no arquivo de dados consultado. Neste caso, as imagens poderiam ser compostas de tal forma a fornecer uma cobertura de área mais ao sul que 50°S. Com isto, poderia se efetuar ampliações de setores das imagens envolvendo somente áreas de ocorrência destas frentes. Outros pontos a serem investigados consistem em refinar as observações no sentido de verificar características dinâmicas de vórtices e meandros presentes na região pesquisada, através do sistema de tratamento de imagens.

Está previsto futuramente (1989-1995) a continuidade do acompanhamento anual das frentes oceânicas, através de cruzeiros oceanográficos a bordo de navios de pesquisa nacionais ou estrangeiros. Além disso, pretende-se utilizar produtos gerados a partir de dados de satélite, a serem fornecidos pelo Centro de Satélites Ambientais (CSA) do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Basicamente, estes produtos envolverão distribuições horizontais dos gradientes térmicos, referentes à região das frentes oceânicas em estudo.

## AGRADECIMENTOS

A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Se/CIRM) pelo apoio concedido ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR). A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) pelo fornecimento das provas de XBT. Ao Comandante do N/Oc. "Prof. Besnard" e sua tripulação bem como ao desempenho das equipes W . Ao Institut für Meereskunde in Kiel - RFA pela científicas. assistência dada no processamento dos dados de XBT. А Universidade de Miami - Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS) pelo fornecimento dos dados do Satélite NOAA-9, em acordo com a National Science Foundation (NSF) - USA. Os autores agradecem ainda à equipe do laboratório de Sensoriamento Remoto - RSMAS - pela valiosa contribuição no processamento e tratamento dos dados de satélite. O segundo autor recebeu auxílio viagem científica à Universidade de Miami do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BOTNIKOV, V.N. (1963) Geographycal position of the Antartic Convergence Zone in the Antartic Ocean, Soviet Antartic. Exped. Inform. Bull., English Transl., 4(6):324-327.
- CACCIARI, P.L. (1986) Estudo descritivo sobre vórtices de núcleos quentes e frios incorporados à circulação oceânica, no limite oeste do Atlântico Sul. Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, para obtenção do grau de Mestre em Oceanografia Física. São Paulo. IOUSP.

CLIFFORD, M.A. (1983) A descriptive study of the zonation of

the Antartic Circumpolar Current and its relation to wind stress and ice cover. A thesis submitted to the Graduate College of Texas A&M University. 93p.

- DESP USER'S MANUAL (1988) University of Miami/RSMAS. Remote Sensing Group. Miami, Fl. p. vr. C.
- EMERY, W.J. (1977) Antartic Polar Frontal Zone from Australia to Drake Passage. J. Phys. Oceanor., 7:811-822.
- GODOI, S.S. (1983) Estudo das variações sazonais da Frente Oceânica Subtropical entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas, utilizando dados oceanográficos e do satélite SMS-2. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos. INPE, 328 p. (INPE-3092-PRE/497).
- GODOI, S.S. & STEVENSON, M.R. (1984) Seasonal oscillations of the Subtropical Convergence between the Brazil and Malvinas Currents, using oceanographic and SMS-2 Satelite data. Presented at XV ISPRS International Society for Photogrammetry and Remote Sensing in Rio de Janeiro, June 1984. São José dos Campos, INPE (INPE-3092-PRE/497).
- HARRIS, T.T.W.; LEGECKIS, R.; FOREST, D.VAN (1978) Satellite infrared images in the Agulhas Current System. Deep-Sea Research, 25(58):543-548.
- HUH, O.K.; WISEMAN, Jr. W.J.; ROUSE Jr., L.J. (1978) Winter cycle of sea surface thermal patterns, northeastern Gulf of Mexico. Journal of Geophysical Research, 83(09):4523-4529.
- IKEDA, Y.; MASCARENHAS, A.S.Jr; CACCIARI, P.L.; NONATO, L.V. (1986) Um levantamento sinótico das Convergências Antártica e Subtropical. An.Acad.brasil.Cienc., 58 (Suplemento):111-

116.

- IKEDA, Y.; SIEDLER, G.; ZWIERZ, M. (no prelo) On the variability of Southern Ocean front locations between Southern Brazil and the Antartic Peninsula. Submitted to Journal of Geophysical Research (1988).
- KASE, R.H.; ZENK, W.; SANFORD, T.B.; HILLER, W. (1985) Currents, fronts and eddy fluxes in the Canary Basin. Progress in Oceanography, 14:231-257.
- LEGECKIS, R. (1978) A survey of woldwide sea surface temperature fronts detected by environmental satellites. Journal of Geophysical Research, 83 (NOC9):4501-4522.
- LEGECKIS, R. & GORDON, A.L. (1982) Satellite Observations of the Brazil and Falkland currents - 1975 to 1976 and 1978. Deep Sea Research, 29(3A):375-401.
- LEGECKIS, R. & LEGG, E. (1980) Comparison of polar and geostationary satellite infrated observations of sea surface temperature in the Gulf of Maine. Remote Sensing of Environment, 9(4):339-350.
- RODEN, G.I. (1986) Thermohaline Fronts and Baroclinic flow in the Argentine Basin during the Austral Spring of 1984. Journal of Geophysical Research, 91(C4):5075-5093.
- SIEVERS, H.A. & EMERY, W.J. (1978) Variability of the Antartic Polar Frontal Zone in the Drake Passage-summer 1976-1977. Journal of Geophysical Research, 83:3010-3022.
- SVERDRUP, H.U.; JOHNSON, M.W.; FLEMING, R.H. (1942) The Oceans: their physics chemistry and general biology.