



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-16539-TDI/1560

**MEDIDAS DA VARIABILIDADE INTERANUAL
MARINHA SOBRE A PLATAFORMA CONTINENTAL
SUDESTE DO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM ÁREAS
DE DESOVA DA SARDINHA-VERDADEIRA (*Sardinella
brasiliensis*)**

Eduardo da Silva Gigliotti

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto,
orientada pelos Drs. Ronald Buss de Souza e Douglas Francisco Marcolino
Gherardi, aprovada em 30 de junho de 2009.

Registro do documento original:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/06.04.17.50>>

INPE
São José dos Campos
2009

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3945-6911/6923

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO:

Presidente:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Membros:

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Jefferson Andrade Ancelmo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Simone A. Del-Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Marilúcia Santos Melo Cid - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Viveca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-16539-TDI/1560

**MEDIDAS DA VARIABILIDADE INTERANUAL
MARINHA SOBRE A PLATAFORMA CONTINENTAL
SUDESTE DO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM ÁREAS
DE DESOVA DA SARDINHA-VERDADEIRA (*Sardinella
brasiliensis*)**

Eduardo da Silva Gigliotti

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto,
orientada pelos Drs. Ronald Buss de Souza e Douglas Francisco Marcolino
Gherardi, aprovada em 30 de junho de 2009.

Registro do documento original:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/06.04.17.50>>

INPE
São José dos Campos
2009

Gigliotti, Eduardo da Silva.

G367m Medidas da variabilidade interanual marinha sobre a Plataforma Continental Sudeste do Brasil e sua relação com áreas de desova da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) / Eduardo da Silva Gigliotti. – São José dos Campos : INPE, 2009.
169p. ; (INPE-16539-TDI/1560)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009.

Orientador : Drs. Ronald Buss de Souza e Douglas Francisco Marcolino Gherardi.

1. Variabilidade interanual. 2. Habitat de desova. 3. Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE). 4. Sardinha-verdadeira. I.Título.

CDU 551.501.6

Copyright © 2009 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita da Editora, com exceção de qualquer material fornecido especificamente no propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2009 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming or otherwise, without written permission from the Publisher, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

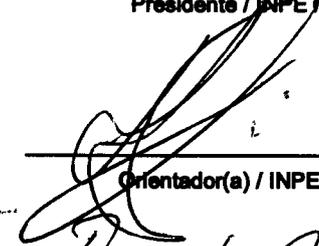
Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em
Sensoriamento Remoto

Dr. João Antonio Lorenzetti



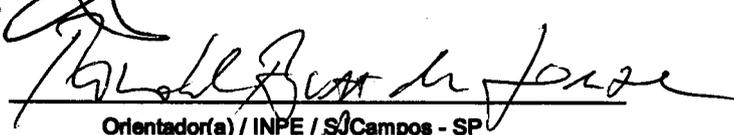
Presidente / INPE / SJCampos - SP

Dr. Douglas Francisco Marcolino
Gherardi



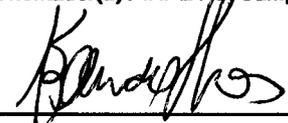
Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dr. Ronald Buss de Souza



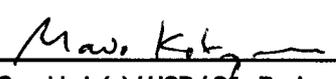
Orientador(a) / INPE / SJCampos - SP

Dr. Eduardo Tavares Paes



Membro da Banca / INPE / São José dos Campos - SP

Dr. Mario Katsuragawa



Convidado(a) / USP / São Paulo - SP

Aluno (a): Eduardo da Silva Gigliotti

São José dos Campos, 30 de junho de 2009

*“There is a pleasure in the pathless woods;
there is a rapture on the lonely shore;
there is a society, where none intrudes,
by the deep sea, and music in its roar;
I love not man the less, but Nature more”*

Lord Byron

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido na forma de bolsa de mestrado.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por suas instalações e, principalmente, por todo o conhecimento adquirido com os professores que tanto me ajudaram a desenvolver este trabalho. Em especial, aos meus orientadores: Dr. Ronald Buss de Souza, pela confiança e liberdade a mim conferidas, Dr. Douglas Francisco Marcolino Gherardi e Dr. Eduardo Tavares Paes, pelos ensinamentos e orientações nas atividades de pesquisa.

Ao Dr. Mário Katsuragawa, responsável pelo Laboratório de Ictioplâncton do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP), por permitir a disponibilização das planilhas de dados coletados de cruzeiros oceanográficos. A todos integrantes desse laboratório pelo tratamento e identificação dos dados relacionados com as coletas feitas *in situ*, particularmente, a Maria de Lourdes Zani-Teixeira pela ajuda em tabular e organizar as planilhas de dados em respeito a coletas dos ovos.

À turma de 2007 pelo companheirismo presente entre os amigos que fiz na superação de momentos cruciais relacionado às aulas. Especialmente, ao Luiz Eduardo, Felipe, Marcião, Aline e Gustavo.

Às minhas companheiras do Laboratório de Estudos e Processos de Hidrosfera: Chiquinha (Renata), Ariana, Vivian, Lica. O meu obrigado por compartilhar os desafios presente em nossa rotina de trabalho.

E finalmente, as pessoas que mais me inspiraram a continuar com minhas conquistas, aos meus familiares, sobretudo meus pais e a minha querida Lene. Os meus maiores agradecimentos pela força e apoio constante.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal investigar a relação entre medidas da variabilidade interanual marinha sobre a Plataforma Continental Sudeste (PCSE) do Brasil e a localização das áreas de desova da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) dentro da PCSE. A PCSE inclui ecossistemas marinhos sob a influência de ressurgência costeira. As variáveis observadas nesse trabalho foram a temperatura da superfície do mar (TSM) e o vento, estimados a partir de dados de sensoriamento remoto no período entre de 1985 e 2008. Os dados sobre a desova da sardinha foram coletados *in situ* a partir de nove cruzeiros oceanográficos realizados entre o período de 1976 a 1993. A partir de séries de tempo mensais das variáveis TSM e ventos, o presente trabalho descreveu a variabilidade interanual da área de estudo. A metodologia empregada aqui incluiu as seguintes técnicas de análise de sinal: 1) Análise de Componentes Principais usando dados de médias temporais durante a principal época de desova da sardinha-verdadeira, que ocorre entre novembro e janeiro; 2) Construção de gráficos sobre a variação sazonal-interanual; 3) Transformada de Ondeletas (TO); 4) Análise de correlação cruzada e 5) Análise de autocorrelação. Essas técnicas, aplicadas às séries temporais completas serviram para identificar as escalas de variabilidade espacial e temporal mais significantes dos dados e a sua relação com fenômenos climáticos globais como o *El Niño* - Oscilação Sul (ENSO). A anomalia normalizada de TSM esteve correlacionada com o ENSO em escalas temporais com período predominante de cerca de 30 meses. Foi detectado que uma parte da variabilidade dos campos de vento na superfície do mar é fortemente regida pela componente meridional do vento (W^v) em períodos de cerca de 100 a 120 meses. A utilização de análises de quociente sobre os dados de abundância relativa de ovos coletados *in situ* sugere uma elevada variabilidade interanual dos locais de desova. Essas análises foram elaboradas utilizando-se dados de distribuição geográfica, temperatura e salinidade da água do mar (superfície e 10 m de profundidade) obtidos nas estações de coleta *in situ*. Um mapa de probabilidade de presença de ovos relativo a todos os cruzeiros foi gerado a partir da grade principal de coleta. Para a sua elaboração, foi utilizada a técnica geoestatística de interpolação conhecida como krigagem indicativa. Esta técnica foi capaz de indicar onde as principais áreas de desova ocorreram. Um estudo das condições oceanográficas utilizando curvas de quocientes determinou os padrões de desova registrados pela sardinha-verdadeira no período desse estudo. Os resultados foram comparados aos mapas de distribuição de ovos, campos de temperatura e salinidade e diagramas TS. Todos os resultados indicam uma forte influência dessas variáveis oceanográficas sobre a desova da sardinha-verdadeira. Uma grande contribuição do presente trabalho foi melhorar o entendimento do impacto das condições oceanográficas e meteorológicas atuando na PCSE sobre a população da sardinha-verdadeira em sua fase inicial do ciclo de vida. Essas flutuações regulam o desempenho da população em alcançar a fase de recrutamento e estar disponível para a exploração pesqueira.

**MEASURES OF THE INTERANNUAL MARINE VARIABILITY ON
SOUTHEAST BRAZILIAN BIGHT AND ITS RELATIONSHIP TO THE
SPAWNING AREAS OF BRAZILIAN SARDINE (*Sardinella braziliensis*)**

ABSTRACT

This work aims to investigate the relation of marine interannual variability in a region located in southern coast of Brazil, also known as the Southeast Brazilian Bight (SBB) and the spawning areas of the Brazilian sardine (*Sardinella braziliensis*) in SBB. SBB marine ecosystems are related to a strong influence of a coastal upwelling system. Variables used in this work were sea surface temperature (SST) and surface wind, estimated from remote sensing data of the period between 1985 and 2008. The data of Brazilian sardine were collected *in situ* from nine survey cruises carried out over the period between 1976 and 1993. Data from monthly climatological time series of variables SST and surface wind, in the present work describe the climate variability of study area. The methodology used here includes the following signal analysis technique: 1) Principal components analysis using data from temporal averages about the main spawning season of the Brazilian sardine which occurs between November and January; 2) sazonal-interannual diagrams construction; 3) Wavelet transform (WT); 4) Cross-correlation analysis and 5) Autocorrelation analysis. These techniques applied to entirely time series served to identify the most spatial and temporal significant variability scales of date and their relation with global climate phenomena such as *El Niño*- Southern Oscillation (ENZO). Normalized SST anomalies were correlated with ENZO through temporal scales with predominant period about 30 months. It has been detected that part of the variability of the wind fields in the sea surface is strongly ruled by the meridional component (W^y) in periods about 100 and 120 months. The use of quotient analysis about the relative egg abundance date collected *in situ* suggests a high interannual variability of the spawning location. These analyses were elaborated using datasets of geographic distribution temperature and salinity of sea water (surface and 10 meters depth) sampling from *in situ* station collect. A map of probability of egg presence relative to all cruises has generated using the mainly sampling net. For its elaboration, was used the geoestatistic technique of interpolation known as kriging. This technique was able to indicate where the mainly spawning areas occurred. A study of the oceanographic conditions using quotient curves determined the spawning of the Brazilian sardine patterns registered in the period of the study. The results were compared with the maps of egg distribution; temperature and salinity fields and TS diagram. All results indicate a strong influence of the oceanographic variables on the Brazilian sardine spawning. The great contribution of this present work was to improve the understanding of the impact of the oceanographic and meteorological condition acting in SBB about the ecology of early life history of Brazilian sardine population. These fluctuations regulate the population performance in reaching the recruitment phase and are available for fishery exploitation

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LISTA DE SÍMBOLOS

1 INTRODUÇÃO.....	25
1.1 Objetivos.....	30
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	31
2.1 A Plataforma Continental Sudeste do Brasil.....	31
2.1.1 Caracterização geográfica.....	31
2.1.2 Massas d'água.....	32
2.1.3 Circulação atmosférica e oceânica.....	33
2.2 Biologia da sardinha-verdadeira.....	37
2.3 Oceanografia pesqueira e sensoriamento remoto.....	43
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
3.1 Materiais.....	49
3.1.1 Temperatura da superfície do mar.....	50
3.1.2 Vento na superfície do mar.....	54
3.1.3 Dados medidos <i>in situ</i>.....	55
3.1.4 Índices oceânicos.....	57
3.2 Métodos.....	59
3.2.1 Análise de séries temporais.....	59
3.2.2 Análise de Quociente.....	62
3.2.3 Krigagem Indicativa.....	63
4 RESULTADOS.....	67
4.1 Variabilidade interanual marinha.....	67
4.1.1 Temperatura da Superfície do Mar.....	67
4.1.2 Vento na Superfície do Mar.....	76
4.1.2.1 Componente zonal do vento (W^z).....	81

4.1.2.2	Componente meridional do vento (W^y).....	83
4.1.2.3	Magnitude do vento (W).....	86
4.2	Distribuição e abundância relativa dos ovos.....	89
4.3	Caracterização das áreas de desova.....	94
4.4	Relação entre a variabilidade interanual marinha e desova da sardinha....	96
5	DISCUSSÕES.....	105
6	CONCLUSÕES.....	113
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
	APÊNDICE A.....	125
	APÊNDICE B.....	129
	APÊNDICE C.....	131
	APÊNDICE D.....	135
	APÊNDICE E.....	147

LISTA DE FIGURAS

1.1	Produção mundial de peixes marinhos (em milhões de toneladas) por ano	25
2.1	Plataforma Continental Sudeste (PCSE) e linhas isobatimétricas associadas	31
2.2	Esquema das massas d'água na Plataforma Continental Sul do Brasil: Água Subantártica de Plataforma (ASAP), Água Subtropical de Plataforma (ASTP) e Frente Subtropical de Plataforma (FSTP). Linhas isobatimétricas de 40 e 200m	33
2.3	Sistema de alta pressão atmosférica ao nível do mar médio para o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) (imagem superior) e para o inverno (junho, julho, agosto) (imagem inferior), unidades em mbar	34
2.4	Representação esquemática do giro subtropical do Atlântico Sul	37
2.5	Sardinha-verdadeira, <i>Sardinella brasiliensis</i>	38
2.6	Estágios do desenvolvimento embrionário das sardinhas	39
2.7	Áreas de distribuição, pesca e desova da sardinha-verdadeira sobre a área da PCSE	41
2.8	Integração de imagens da concentração de clorofila (OCM/IRS-P4) e TSM (AVHRR/NOAA) para 10/2000 próximo à costa da Índia. A TSM (contornos) apresenta feições em comum com a concentração de clorofila (plano de fundo) indicando zonas potenciais de pesca indicados pelos círculos e setas brancas	46
2.9	Vetores de vento obtidos pelo escaterômetro a bordo do satélite Quikscat em 21/10/2004 sobrepostos a TSM (°C) obtido pelo sensor AMSR-E do satélite Aqua para a mesma data e área de cobertura	47
3.1	Disponibilidade dos dados utilizados. Linhas pontilhadas indicam recobrimento temporal das séries	50
3.2	Temperatura da superfície do mar (TSM), referente a janeiro de 2008, fornecidos pelo PODDAC: conjunto de medidas <i>all-pixel-SST</i> (esquerda) e <i>Best Sea Surface Temperature</i> (direita)	52
3.3	Temperatura da superfície do mar (TSM), referente a janeiro de 2008, do conjunto de medidas <i>all-pixel-SST</i> antes (esquerda) e depois do processo de interpolação proposto (direita)	53
3.4	Exemplo de um ponto de grade do método de interpolação proposto para o conjunto de medidas <i>all-pixel-SST</i> . (a) – série de dados original, com pixels espúrios identificados; (b) – função ciclo médio do sinal; (c) – série processada, com pixels espúrios substituídos, medidos em °C	53
3.5	Mapa da área de estudo com as estações dos cruzeiros	57
3.6	Série temporal do Índice Oceânico <i>El Niño</i> (ONI) representativo do fenômeno ENSO para o período entre janeiro de 1975 a janeiro de 2008. Eventos de ocorrência de <i>El Niño</i> (coloridas em vermelho) e <i>La Niña</i> (coloridas em azul)	59
3.7	Fluxograma metodológico	66
4.1	Climatologia da TSM para o período de 1985 a 2008: (a) novembro; (b) dezembro; (c) janeiro e (d) a média destes três meses. Linhas isobatimétrica em metros	68
4.2	Principais padrões de variabilidade espacial da anomalia normalizada da TSM para os meses de novembro a janeiro entre 1986 a 2008. 1 ^a CP, 2 ^a CP, 3 ^a CP, 4 ^a CP. Os três quadrados em negrito delimitam as subáreas Seleccionadas	69
4.3	Climatologia mensal da TSM nas 3 subáreas de estudo para o período	

	entre 1985 a 2008	70
4.4	Gráficos sobre a variação sazonal-interanual sobre as séries temporais de TSM nas 3 subáreas de estudo selecionadas	71
4.5	Espectros da ondeleta local sobre a série de TSM registrada nas SB1,SB2 e SB3.Linha pontilhada vermelha representa o nível de confiança ($p=0,05$)	72
4.6	Série temporal da ATSM e espectro da ondeleta local para a subárea 1. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	73
4.7	Série temporal da ATSM e espectro da ondeleta local para a subárea 2. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	74
4.8	Série temporal da ATSM e espectro da ondeleta local para a subárea 3. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	74
4.9	Correlogramas das séries de ATSM para subárea 1, 2, 3. A linha em vermelho representa o intervalo de confiança ($p=0,05$)	75
4.10	Índice Oceânico do <i>El Niño</i> (linha) e <i>loadings</i> da 1 ^a CP sobre a ATSM (barras) entre 1985 a 2008. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	76
4.11	Correlograma entre as séries após correlação cruzada. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p = 0,05$)	76
4.12	Climatologia da resultante da magnitude e direção do vento na superfície do mar para o período de 1988 a 2004: (a) novembro; (b) dezembro; (c) janeiro e (d) média dos três meses. Linhas isobatimétrica em metros	77
4.13	Principais padrões de variabilidade espacial sobre a resultante da magnitude do vento na superfície do mar para os meses de novembro a janeiro entre 1989 a 2004. 1 ^a CP, 2 ^a CP, 3 ^a CP, 4 ^a CP. Os três quadrados em negrito delimitam as subáreas de estudo selecionadas	79
4.14	Índice Oceânico do <i>El Niño</i> (linha) e <i>loadings</i> da 1 ^a CP sobre o vento na superfície do mar (barras) entre 1988 a 2004. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	80
4.15	Correlograma entre as séries após correlação cruzada. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p = 0,05$)	80
4.16	Climatologia mensal da componente W'' nas subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004	81
4.17	Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da componente W'' nas 3 subáreas de estudo	82
4.18	Espectros das ondeletas sobre a componente W'' nas subárea 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$)	83
4.19	Climatologia mensal da componente W'' nas 3 subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004	84
4.20	Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da componente W'' nas 3 subáreas de estudo	84
4.21	Espectros da ondeleta local da componente W'' nas subárea 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$)	85
4.22	Climatologia mensal da resultante W nas 3 subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004	86

4.23	Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da resultante <i>W</i> nas 3 subáreas de estudo	87
4.24	Espectros da ondeleta local da resultante <i>W</i> nas subáreas 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$)	88
4.25	Distribuição horizontal e abundância relativa dos ovos de <i>S. brasiliensis</i> nas estações de coleta regularizadas com todos os cruzeiros oceanográficos somados entre 1976 a 1993	89
4.26	Distribuição e abundância relativa dos ovos de <i>S. brasiliensis</i> segundo a orientação da linha de costa e profundidade local em ln(metros) e Metros	90
4.27	Superfície variográfica sobre as estações coletadas em função da distância regular (<i>h</i>). A barra de cores representa a variância padronizada em relação ao ponto central (0,0) e o número no interior dos quadrados é a quantidade de pares envolvidos nos cálculo	92
4.28	Variograma experimental (linha preta) e modelo variográfico (linha vermelha) ajustados com um NC em 30% ou mais sobre as coletas de ovos. Os números representam à quantidade de pares incluída no cálculo dos pontos do modelo	92
4.29	Probabilidade de presença de ovos de <i>S. brasiliensis</i> na área das estações de coleta entre 1976 a 1993	93
4.30	Diagrama T-S e curvas de quociente na superfície do mar entre 1976 a 1993	94
4.31	Diagrama T-S e curvas de quociente a 10 metros de profundidade entre 1976 a 1993	95
4.32	Índice Oceânico do <i>El Niño</i> (linha) e abundância relativa total dos ovos de <i>S. brasiliensis</i> (barras) entre 1975 a 2008. Eventos de <i>El Niño</i> (faixas vermelhas) e <i>La Niña</i> (faixas azuis)	96
4.33	Correlograma entre as séries de abundância relativa total dos ovos e o ONI. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p = 0,05$)	97
4.34	Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos de <i>S. brasiliensis</i> nas estações de coleta para os cruzeiros entre 1988 a 1993	98
4.35	Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos para temperatura a 10m de profundidade entre janeiro de 1988 a janeiro 1993	100
4.36	Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos para salinidade a 10m de profundidade entre janeiro de 1988 a janeiro 1993	102
4.37	Variação da TSM registrada com a abundância de ovos em cada estação dos cruzeiros oceanográficos jan. 1988, jan. 1991, dez. 1991 e jan.1993	103
4.38	Variação dos campos de vento na superfície do mar registrada com os ovos amostrados nos cruzeiros oceanográficos JOPS- 1, Sardinha -1 e 2	104

LISTA DE TABELAS

3.1	Canais espectrais do sensor AVHRR	50
3.2	Principais características do sensor SSM/I a bordo do satélite DMSP-F8	55
3.3	Fenômenos <i>El Niño</i> e <i>La Niña</i> medidos pelo ONI que ocorreram entre janeiro de 1975 e janeiro de 2008, de acordo com o critério adotado pela NOAA	58
4.1	Coordenadas das subáreas de estudo e número de pixels disponíveis para o cálculo das médias das séries temporais	69
4.2	Coordenadas das subáreas de estudo e número de pixels disponíveis para o cálculo das médias das séries temporais do vento na superfície do mar	78
4.3	Coordenadas geográficas utilizadas como pontos de referência	90
4.4	Teste dos diferentes NCs na construção dos modelos variográficos	91

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Abr	abril
AC	Água Costeira
ACAS	Água Central do Atlântico Sul
ACP	Análise de Componentes Principais
Ago	agosto
ASAP	Água Subantártica de Plataforma
ASAS	Alta Subtropical do Atlântico Sul
ASTP	Água Subtropical de Plataforma
AT	Água Tropical
ATSM	Anomalia normalizada de TSM
AVHRR	<i>Advanced Very High Resolution Radiometer</i>
BSST	<i>Best Sea Surface Temperature</i>
CB	Corrente do Brasil
CBM	Confluência Brasil Malvinas
Dez	dezembro
DMSP	<i>Defense Meteorological Satellite Program</i>
ECMWF	<i>European Centre for Medium-Range Weather Forecast</i>
ENOS	El Niño Oscilação Sul
EPM	Egg Production Method - Avaliação instantânea do estoque desovante da sardinha-verdadeira
FAO	Organização Mundial para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas
Fev	fevereiro
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos S/A
FSTP	Frente Subtropical de Plataforma
Jan	janeiro
JOPS	<i>Joint Oceanographic Projects</i>
JPL	<i>Jet Propulsion Laboratory</i>
Mai	maio
Mar	março
MCSST	<i>Multi-channel Sea Surface Temperature</i>
MODIS	<i>Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer</i>

MSFC	<i>Marshall Space Flight Center</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NLSST	<i>Non Linear Sea Surface Temperature</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
Nov	novembro
ONI.	Índice Oceânico do <i>El niño</i>
Out	outubro
PCSE	Plataforma Continental Sudeste do Brasil
PODAAC	<i>Physical Oceanography Distributed Active Archive Center</i>
REVIZEE	Programa Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva
Set	setembro
SSM/I	<i>Special Sensor Microwave/Imager</i>
SST	<i>all-pixel-SST</i>
TO	Transformada de Ondeleta
TSM	Temperature da Superfície do Mar
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

W^u	Componente zonal do vento
W^v	Componente meridional do vento
W	Magnitude resultante do vento
mn	Milha náutica
GHz	GigaHertz
x e y	Séries temporais
°C	Grau Celsius
CO	Efeito pepita
E	Componente aleatória
NC	Nível de corte
h	Distância regular entre as estações
Q	Quociente
C	Soleira
$Var(x)$	Variância dos dados

1 INTRODUÇÃO

Os peixes marinhos denominados de pequenos pelágicos são espécies que vivem geralmente em ambiente de plataforma continental, cujo comprimento corporal dos adultos varia de 10 a 30 cm (FRÉON et al., 2005). Estes peixes compõem uma parcela significativa da biomassa dos ecossistemas marinhos por estarem comumente situados em níveis tróficos próximos à base das cadeias alimentares correspondendo, na maioria dos casos, aos consumidores primários e/ou secundários. De acordo com estatísticas da Organização Mundial para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO), em toda produção pesqueira mundial da segunda metade do século XX (1950-1999), os pequenos pelágicos contribuíram com cerca de 50% do total de desembarques pesqueiros. Considerando as espécies de peixes marinhos separadas em grupos denominados de pequenos pelágicos, grandes pelágicos e demersais (Figura 1.1) (FAO, 2002).

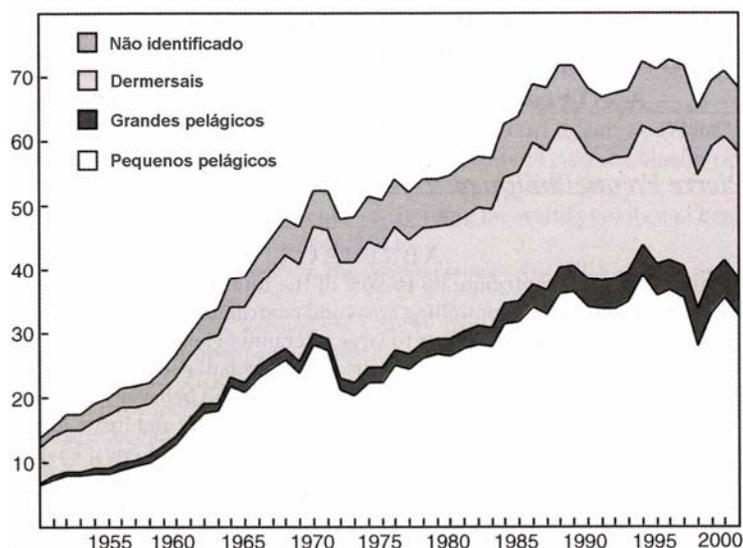


Figura 1.1 - Produção mundial de peixes marinhos (em milhões de toneladas) por ano.

Fonte: Fréon et al. (2005).

Apesar dessa importante contribuição para a atividade pesqueira mundial, a captura dos pequenos pelágicos está atualmente ameaçada, com várias espécies em situação de sobrepesca e muitas outras na eminência de um colapso populacional, apesar do baixo valor comercial atrelado à sua pesca.

O avanço dos fundamentos da ecologia através do século XX demonstrou que existe uma complexa interação entre variabilidade das condições ambientais marinhas e a variabilidade biológica intra e interespecífica, a qual é responsável pela manutenção dos ecossistemas marinhos (GOVONI, 2005). As conseqüências dessa interação ainda são difíceis de serem quantificadas, já que normalmente as variáveis ambientais atuam em uma cadeia de eventos, não se tratando de uma simples relação de causa e efeito entre um determinado parâmetro oceanográfico e um componente biológico (IVERSON, 1990).

Hjort (1914) estabeleceu que a variação nas populações dos peixes adultos depende intimamente da abundância dos ovos e larvas e da sua sobrevivência até que atinjam o recrutamento quando juvenis. A falta ou ausência de alimento nos períodos críticos do desenvolvimento larval e/ou um transporte de ovos e larvas para locais inapropriados à sobrevivência foram determinadas como as principais causas de falhas no recrutamento.

Tais teorias foram aprimoradas e atualmente já revelam conhecimentos fundamentais sobre a importância do ictioplâncton em manter o estoque parental dos adultos, além de como a distribuição e abundância dos ovos e larvas podem ser influenciadas pelos processos oceanográficos que variam no tempo e no espaço. Atualmente, vários estudos têm visado investigar a relação entre condições oceanográficas e a distribuição e abundância dos ovos de espécies de pequenos pelágicos. As relações são comumente analisadas através de modelos físico-biológicos (BERNAL et al., 2007; HUGGET et al., 2003; IBAIBARIAGA et al., 2007; PLANQUE et al., 2007; VAN DER LINGEN, 2005).

A sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), é uma espécie de pequeno pelágico que ocorre principalmente sobre a Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE), e corresponde ao recurso pesqueiro mais importante da área (MENEZES e FIGUEIREDO, 1980; MENEZES e FIGUEIREDO, 1985). Os primeiros registros de captura dessa espécie datam de 1940, porém a pesca comercial em grande escala teve início em meados dos anos 1960 com a mecanização da frota pesqueira, que foi promovida por incentivos governamentais (VALENTINI e CARDOSO, 1991).

Desde o início das pescarias, a evolução do desembarque anual da sardinha-verdadeira apresenta ascensão até 1973, quando atingiu seu máximo de 228 mil toneladas. A partir de então, a produção apresentou uma queda e o rendimento da pescaria oscilou entre os patamares de 150 mil toneladas/ano (década de 1970); 100 mil toneladas/ano (década de 1980) e 50 mil toneladas/ano (década de 1990). No ano de 2000, a pesca atingiu o valor mínimo de produção de apenas 17 mil toneladas/ano (CERGOLE et al., 2005).

A variação temporal das capturas sugere que os estoques da sardinha-verdadeira podem estar sofrendo os efeitos da sobrepesca. No entanto, essa espécie ainda representa a maior parcela de biomassa pescada em seu ecossistema, e investigações científicas mais recentes sugerem que as variações na captura desse recurso também se relacionam com as condições oceanográficas e meteorológicas (CERGOLE et al., 2002; MATSUURA, 1996). A variabilidade temporal e espacial dos processos oceanográficos e meteorológicos afetariam de maneira direta a estrutura e as oscilações em biomassa da população de sardinha-verdadeira, especialmente em épocas fundamentais do ciclo de vida como a desova, o desenvolvimento larval e recrutamento

A despeito das hipóteses levantadas acerca de uma possível relação entre a dinâmica populacional da sardinha-verdadeira e a variabilidade das condições oceanográficas e meteorológicas, poucos trabalhos têm buscado identificar e quantificar a porção de variabilidade da produção pesqueira associado aos mecanismos biológicos e ciclos climáticos da sua região de ocorrência (JABLONSKI e LEGEY, 2004; PAES e MORAES, 2007; SUNÉYE e SERVAIN, 1998). Até o presente momento a relação entre a dinâmica populacional da sardinha-verdadeira e a variabilidade de seu habitat ainda não é bem compreendida. Esse conhecimento é fundamental para o fomento e políticas que visem a recuperação dos estoques pesqueiros desse importante recurso no Brasil.

O sensoriamento remoto proporciona uma nova concepção sobre como observar e medir inúmeras variáveis oceanográficas e meteorológicas, atualmente representando um grande potencial como fonte de dados sobre o meio ambiente marinho. Esta tecnologia oferece uma importante ferramenta para diversas aplicações em oceanografia e suas ciências afins, abrangendo temas importantes, como os processos atmosféricos, as

correntes marinhas, ondas, fenômenos de mesoescala, produtividade biológica, poluição marinha e pesca (SOUZA, 2005).

Estimativas de variáveis oceanográficas e meteorológicas realizadas a partir de dados obtidos por sensores remotos são extremamente eficientes no estudo da variabilidade espacial e temporal dos processos dinâmicos do oceano e atmosfera. A combinação dessas estimativas com dados coletados *in situ* através de, por exemplo, estações fixas de coleta, cruzeiros oceanográficos e/ou instrumentos móveis (bóias de deriva, flutuadores de superfície, etc.) é capaz de aumentar em muito a eficiência das análises ambientais e oferecer melhores estratégias para o monitoramento dos recursos marinhos. Metodologias utilizando sensoriamento remoto têm sido aplicadas nos programas de monitoramento dos oceanos de diversos países visando promover um manejo mais racional das pescarias (SANTOS, 2000).

O sensoriamento remoto aplicado na caracterização de fenômenos oceanográficos em um espectro adequado de escalas espaciais e temporais, ainda que limitado às camadas superficiais dos oceanos, se revela bastante pertinente aos programas de monitoramento de recursos pesqueiros. Este trabalho pretende verificar se a utilização do sensoriamento remoto como ferramenta de produção de dados é viável em estudos de processos oceanográficos que atuem como mecanismos reguladores sobre a disponibilidade de ovos da sardinha-verdadeira na área de ocorrência.

As políticas mais recentes de gerenciamento pesqueiro são baseadas nos ecossistemas e objetivam garantir a estabilidade produtiva das espécies marinhas, mantendo a sustentabilidade do ecossistema com o monitoramento de indicadores de qualidade ambiental, acompanhamento da evolução da biologia populacional e distribuição das populações comercialmente capturadas (PIKITCH et al., 2004). Em um sistema de gerenciamento pesqueiro baseado no ecossistema é primordial definir quais são as condições oceânicas propícias para o desenvolvimento dos estoques de pesca, a fim de gerar conhecimento suficiente dos processos ecológicos que atuam na estruturação de um determinado ecossistema (LINK, 2002).

As características oceanográficas físicas, químicas e biológicas sobre a PCSE foram analisadas pelo Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na

Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE). Esse programa iniciado em 1995, dentre outros afins, visa garantir a conservação e gestão dos recursos naturais marinhos brasileiros em ambientes costeiros e oceânicos e contribuiu, de maneira sem precedentes a novos programas voltados para as ciências marinhas no Brasil. As informações técnico-científicas geradas pelo REVIZEE são consideradas essenciais para o ordenamento da exploração sustentável dos recursos vivos do espaço marítimo brasileiro. Contudo, os resultados alcançados até agora não esgotam o conjunto de contribuições esperadas para o pleno conhecimento das inúmeras atividades econômicas marinhas, com destaque para a atividade pesqueira. Desta forma, este trabalho pretende contribuir para o entendimento das relações entre a espécie *S. brasiliensis*, nas fases iniciais do seu ciclo de desenvolvimento e a variabilidade do ambiente pelágico onde a espécie se desenvolve.

1.1 Objetivo

A hipótese central deste trabalho é que a variabilidade marinha da PCSE tem influência sobre a quantidade de ovos da sardinha-verdadeira. O objetivo desta dissertação é caracterizar a variabilidade marinha através de informações oceanográficas e meteorológicas, estimadas por sensores remotos, a fim de determinar sua relação com as áreas de abundância de ovos medidas *in situ* em cruzeiros oceanográficos pretéritos. Os objetivos específicos são:

- 1) Caracterizar a variabilidade interanual marinha a partir de dados oceanográficos e meteorológicos derivados de satélites na área de ocorrência da sardinha-verdadeira;
- 2) Estabelecer quais são as principais áreas de desova (habitats de desova) através de dados de distribuição horizontal e abundância relativa de ovos de sardinha coletados *in situ*;
- 3) Caracterizar as condições marinhas das áreas de desova com base em variáveis oceanográficas medidas *in situ* simultaneamente à coleta de ovos de sardinha;
- 4) Verificar a relação entre a variabilidade espaço-temporal do ambiente pelágico e as variações observadas no número total e na abundância relativa dos ovos de sardinha.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Plataforma Continental Sudeste do Brasil

2.1.1 Caracterização geográfica

A plataforma continental sudeste do Brasil (PCSE) é definida como a porção de plataforma continental brasileira que se estende desde Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro (latitude ~ 23 ° 30 'S) até o Cabo de Santa Marta Grande, em Santa Catarina (latitude ~ 28 ° 30 'S) (Figura 2.1). É uma das principais feições geomorfológicas da costa brasileira, cobrindo cerca de 1.000 km do litoral. Nesta região as isóbatas seguem a direção da linha de costa até a profundidade da quebra da plataforma que está entre 120 m e 180 m. A porção central da área de estudo medindo cerca de 230 km de largura; e em seus extremos, nas proximidades de Cabo Frio e do Cabo de Santa Marta, estão as porções mais estreitas, com 50 km e 70 km de largura, respectivamente (CASTRO et al., 2006).

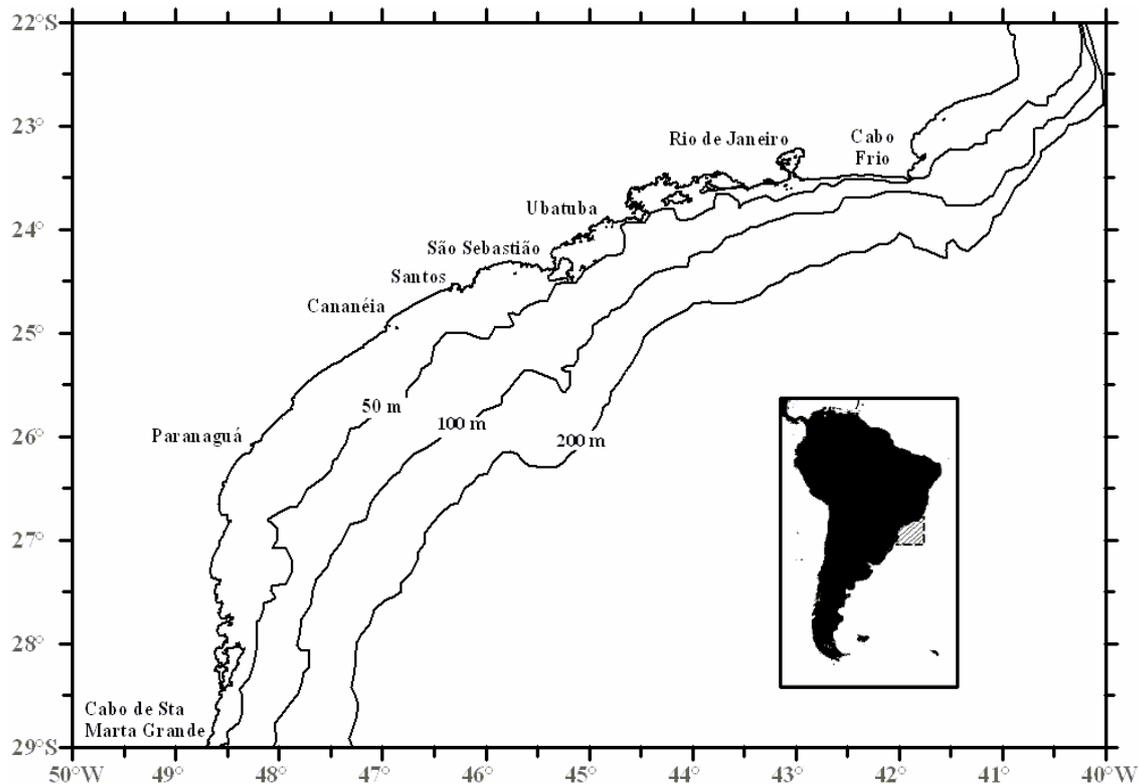


Figura 2.1 - Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE) e linhas isobatimétricas associadas.

2.1.2 Massas d'água

Os trabalhos clássicos de Emílson (1961), Miranda (1982) e Castro e Miranda (1998) estabelecem que as características termohalinas predominantes da área são em geral uma mistura das seguintes massas d'água:

- Água Tropical (AT) com temperatura superior a 20 °C e salinidade acima de 36,4. A AT é transportada para sul-sudeste na camada mais superficial (da superfície até 200 m) da Corrente do Brasil (CB) próximo ao talude continental, na quebra da plataforma;
- Água Central do Atlântico Sul (ACAS), com temperatura menor que 20 °C e salinidade abaixo de 36,4. A ACAS ocupa uma camada mais inferior da CB, ao longo do talude continental entre 200 m a 500 m de profundidade;
- Água Costeira (AC), com temperatura mais elevada e salinidade inferior a 34. A AC resulta de uma mistura entre a água do aporte continental e as águas oceânicas presentes na plataforma e tem a menor salinidade das massas d'água.

Piola et al. (2000), com base em registros históricos de temperatura e salinidade, descreveram que o regime das águas junto à plataforma sudeste-sul do Brasil tem forte influência do aporte fluvial do Rio da Prata (34 °S) e da Lagoa dos Patos (32 °S). Os autores propuseram que o interior da plataforma continental sul estão presentes dois tipos de massas d'água: a Água Subantártica de Plataforma (ASAP) e a Água Subtropical de Plataforma (ASTP). A ASAP é relativamente mais fria e de baixa salinidade por ser gerada pela diluição de águas de origem subantártica derivadas da Corrente Costeira da Patagônia. Ela varia de acordo com a precipitação e ao aporte de águas continentais sobre áreas costeiras da região do Atlântico Sudoeste. Já a ASTP é formada por diluição da ACAS e tem a sua localização restrita à profundidade máxima de 50m, sendo essa massa d'água fortemente influenciada pela AT transportada na Corrente do Brasil (CB). Ainda segundo Piola et al. (2000), o limite entre a ASAP e a ASTP produz uma frente termohalina, denominada de Frente Subtropical de Plataforma

(FSTP), que se localiza próximo à latitude de 33 °S e se mantém fixa durante o ciclo sazonal do ano, conforme corroborado recentemente por Piola et al. (2008), Figura 2.2.

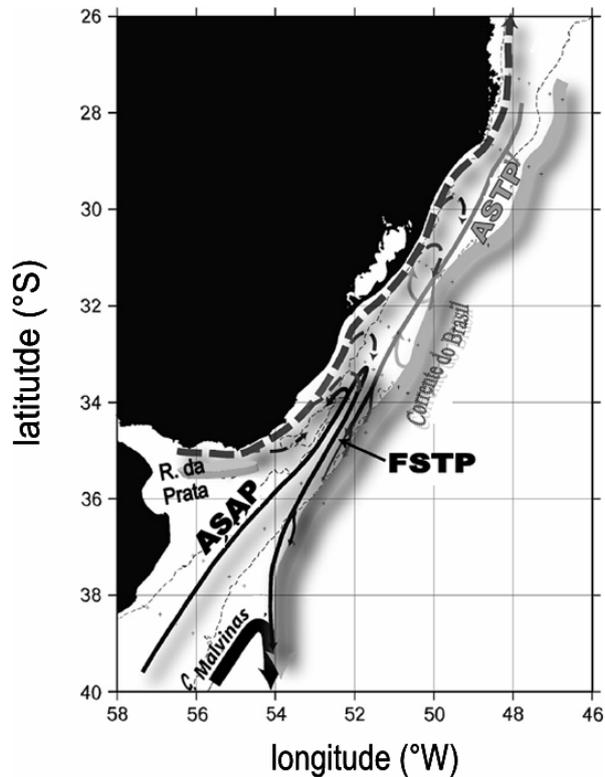


Figura 2.2 - Esquema das massas d'água na Plataforma Continental Sul do Brasil: Água Subantártica de Plataforma (ASAP), Água Subtropical de Plataforma (ASTP) e Frente Subtropical de Plataforma (FSTP). Linhas isobatimétricas de 40 m e 200 m.

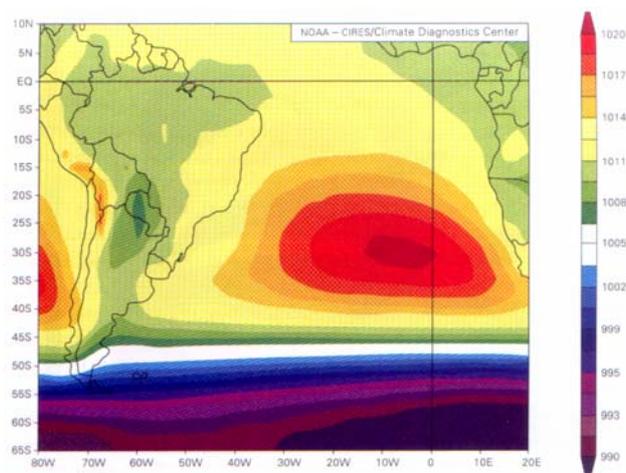
Fonte: Adaptado de Piola et al. (2008).

2.1.3 Circulação atmosférica e oceânica

As forçantes de movimento marinho sobre a PCSE são compostas principalmente pela ação dos ventos na superfície do mar, pelo transporte da Corrente do Brasil (CB) e pelas marés. A presença das massas d'água transportadas sob efeitos dessas diferentes forçantes varia amplamente em escalas espaciais e temporais, sendo associada a processos que atuam diretamente na plataforma continental e a processos que estão relacionados ao talude (CASTRO et al., 2006).

A circulação atmosférica regional de baixos níveis apresenta como sistemas atuantes a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). A ASAS constitui um sistema associado à circulação média meridional da atmosfera da célula de Hadley sobre o oceano Atlântico Sul de alta pressão cuja posição média localiza-se na latitude de 30 °S e caracteriza a presença do giro subtropical anticiclônico de latitude média.

As variações de intensidade e da posição da ASAS têm influência direta no sistema de ventos sobre a PCSE (HASTENRATH, 2000; HASTENRATH, 2003). No verão, ocorre aumento do transporte de umidade ao longo da ZCAS, e a ASAS exerce um forte impacto sobre a distribuição de chuvas, já que apresenta grande influência sobre a convergência de umidade no Oceano Atlântico. No inverno, a posição da ASAS mais ao norte pode dificultar a migração de frentes, afetando o campo de ventos na região costeira, como visto na Figura 2.3 (WAINER e TASCETTO, 2006).



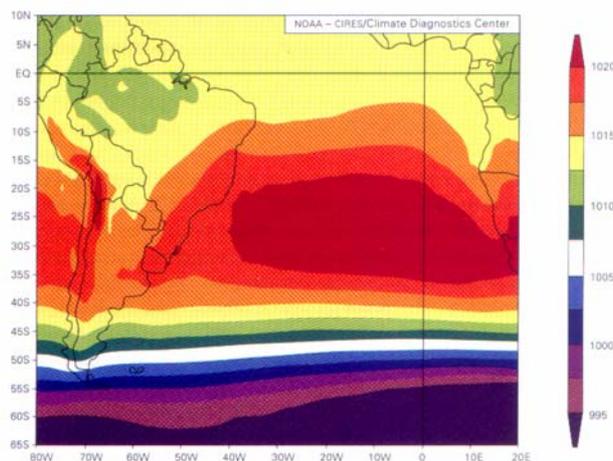


Figura 2.3 – Sistema de alta pressão atmosférica ao nível do mar médio para o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) (imagem superior) e para o inverno (junho, julho, agosto) (imagem inferior), unidades em mbar.

Fonte: Wainer e Taschetto (2006).

O cisalhamento do vento sobre a superfície do mar, além de causar deslocamentos horizontais de massas d'água, promove movimentos de ascensão das águas mais profundas e frias. Esse movimento de divergência/convergência das águas, promovido pelo vento, denominado bombeamento de Ekman, é responsável pela ascensão de águas subsuperficiais até as camadas mais superficiais. A ressurgência costeira é um fenômeno bastante conhecido que ocorre constantemente e se relaciona com esse transporte derivado do vento. A interação entre a ação dos ventos provenientes de NE na superfície do mar na região da PCSE gera um transporte de volume da camada de Ekman, próximo à linha de costa, sendo mais intenso na região do Cabo de São Tomé (latitude de 22 °S) e de Cabo Frio (latitude de 23 °S). A intensidade e persistência dos ventos durante o verão, produzem condições propícias para que a Água Central do Atlântico Sul, (ACAS) ressurja e provoque afloramentos costeiros de águas mais frias e com alto teor de nutrientes.

O interesse pelo processo de ressurgência conhecido como “A ressurgência de Cabo Frio” é grande e inúmeras investigações científicas demonstraram que esse fenômeno promove um aumento na produtividade primária, devido ao transporte de nutriente para a zona eufótica. Emílson (1961), ao analisar o fenômeno da ressurgência costeira na região sudeste do Brasil, concluiu que ele era consequência das características termohalinas das massas de água presentes na PCSE. Mascarenhas et al. (1971) realizou uma descrição detalhada da Ressurgência de Cabo Frio e determinou relações existentes

entre seu mecanismo de funcionamento e a direção e intensidade dos ventos, as oscilações da Corrente do Brasil e a topografia do fundo. Matsuura (1986) observou a presença da ressurgência no verão e final da primavera, na região próximo a Cabo Frio, e um recuo desse fenômeno no outono e início da primavera. Castro (1996) verificou que, mesmo durante inverno, existem condições favoráveis à ressurgência, porém a penetração da ACAS não atinge a região próxima à costa, ficando restrita à quebra da plataforma. Rodrigues e Lorenzetti (2001) analisaram os efeitos da topografia de fundo e a geometria da costa sobre o fenômeno de ressurgência costeira. Essas exerceram influências na localização e magnitude da ressurgência ao longo da costa na região de Cabo Frio. Finalmente, Franchitto (2008) demonstra que a variação dos baixos valores de temperatura da superfície do mar (TSM) próxima à região de Cabo Frio, induz uma relação de retro-alimentação positiva com a atmosfera, principalmente para o período de setembro a março, sob o regime dos ventos provenientes de nordeste. A variação interanual dos campos de vento demonstrou um aumento em magnitude associado à TSM baixa, sendo assim o autor conclui que ambos, TSM e vento, estão fortemente correlacionados na região de Cabo Frio.

A corrente de contorno oeste que está associada ao giro subtropical atmosférico do Atlântico Sul é a Corrente do Brasil (CB). Essa corrente é o principal eixo de transporte na PCSE, fluindo ao longo da margem continental brasileira em direção sudoeste, seguindo o talude continental até cerca de 36 °S (Figura 2.4). O transporte da CB é considerado pequeno em comparação com a Corrente do Golfo, uma corrente de contorno oeste equivalente à CB, mas localizada no Hemisfério Norte. Lima (1997) estimou para uma latitude próxima a 22° 30'S, que o transporte de massa da CB é relativamente pequeno, da ordem de 5,5 Sv ($1\text{Sv} = 10^6\text{m}^3/\text{s}$). As velocidades de corrente, no entanto, que atingem até 0,5 m/s. Müller et al (1998) encontrou, entre as latitudes de 20 °S a 28 °S, que a CB apresenta uma significativa intensificação do seu fluxo de transporte de massa, chegando à ordem de 12 Sv. Seguindo em direção sul, esse transporte é associado a velocidades médias de corrente variando entre 0,15 m/s (ao largo de Cabo Frio) e 0,5 m/s (próximo ao Cabo de Santa Marta Grande).

Quando vindo de norte para sul, devido à mudança brusca de direção e efeitos da batimetria local, a CB sofre uma deflexão em decorrência da conservação da vorticidade potencial e penetra a PCSE. A CB passa a compor um sistema de corrente

baroclinicamente instável com efeitos de instabilidade que resultam na formação de vórtices e meandros (SILVEIRA, 2006). Os vórtices e meandros ciclônicos no hemisfério sul apresentam caráter divergente nas camadas superficiais, permitindo o bombeamento da ACAS até a superfície e ressurgência através de processos de advecção do fundo para a superfície (CASTRO e MIRANDA, 1998). Campos et al. (2000) reportaram que os vórtices ou meandros através de processos de deslocamento horizontais superficiais, induzem mecanismos de bombeamento contínuo capazes de trazer a ACAS de forma constante desde a região do talude até profundidades muito baixas próximo à costa.

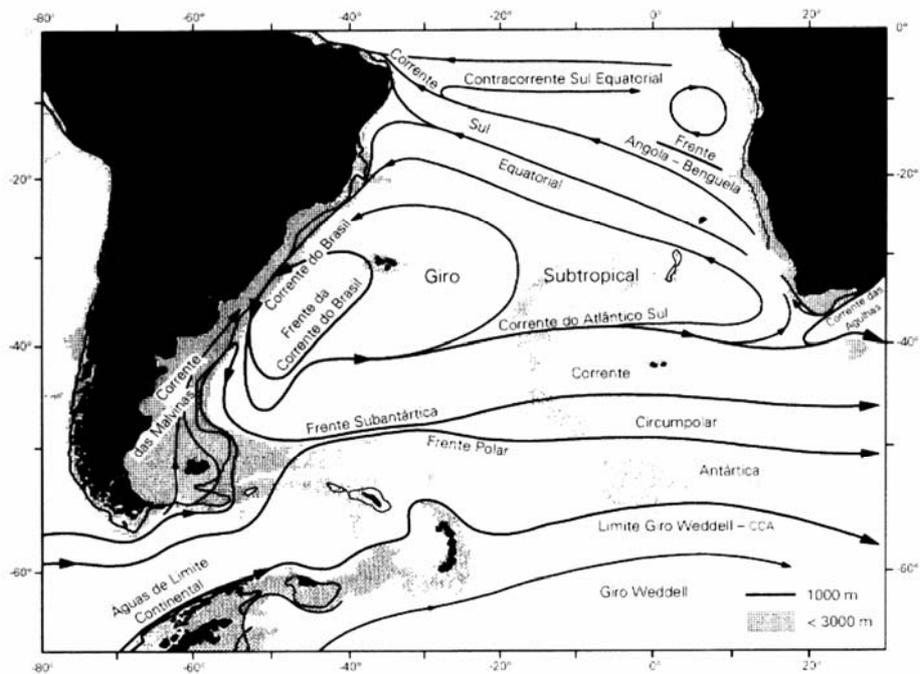


Figura 2.4 - Representação esquemática do sistema de circulação oceânica superficial médio do giro subtropical do Atlântico Sul.

Fonte: Adaptado de Peterson e Stramma (1991).

Frentes oceânicas também são feições relevantes encontradas geralmente dentro da área da PCSE. Nessas frentes se observa uma intensificação dos gradientes de várias propriedades físicas da água do mar. A frente térmica da CB está associada a uma parte substancial do transporte promovido pela corrente na plataforma continental, até a sua quebra, em uma posição média próximo à isóbata de 200 m (GARFIELD, 1990). Ocorre também a penetração de águas frias provenientes do sul por uma corrente superficial fria e pouco salina, formada por águas oriundas de mais altas latitudes e do

estuário do Rio da Prata. Isso causa um deslocamento das frentes termohalinas no inverno, que podem atingir regiões centrais da plataforma continental. Esses gradientes termohalinos são bem definidos em toda a área e marcados por uma forte variabilidade sazonal

2.2 Biologia da sardinha-verdadeira

Matsuura (1977a) foi o primeiro a reunir informações sobre a biologia pesqueira, abrangendo a área total de ocorrência e o ciclo de vida da sardinha-verdadeira no Brasil. Posteriormente, trabalhos importantes foram desenvolvidos, com o propósito de reunir dados sobre a dinâmica de populações desta espécie (CERGOLE, 1993; JABLONSKI e LEGEY, 2004; KURTZ, 1999; MATSUURA, 1983; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1978). Esses trabalhos resultaram em estudos sobre a estrutura, o comportamento e o ciclo de vida da espécie, incluindo suas fases iniciais (ovos e larvas), juvenis e adultos.

A sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Figura 2.5), é uma espécie de peixe pequeno pelágico subtropical, pertencente à família Clupeidae, e de hábitos costeiros. Localiza-se até a isóbata de 100 m, embora existam relatos de cardumes próximos à quebra da plataforma entre 100 m e 200 m de profundidade (CERGOLE e VALENTINI, 1994; SACCARDO e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991). A sua área de ocorrência é restrita entre Cabo de Santo Tomé (latitude de 22 °S) e Cabo de Santa Marta Grande (latitude de 28 ° 30' S), que são considerados os limites norte e sul da PCSE.

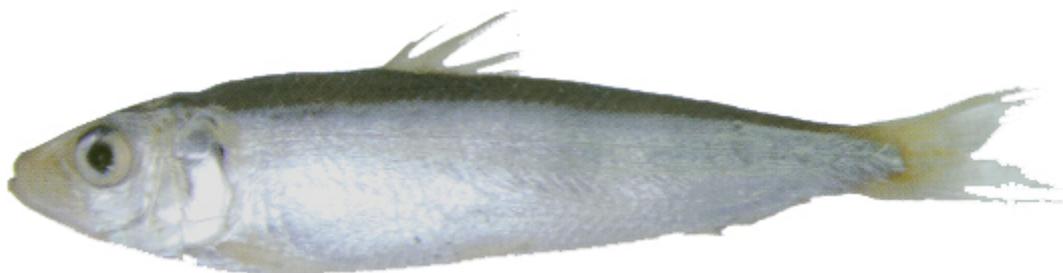


Figura 2.5 – Sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (sem escala).

Fonte: Adaptado de Cergole et al. (2005).

Evidências em análises de distribuição de frequência de comprimento, período e locais de desova, caracteres morfológicos, estudos bioquímicos e de crescimento relativo, indicam a existência de pelo menos dois grupos dentro da espécie ao longo de sua área de distribuição (SACCARDO e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991). O hábito alimentar predominante é zooplancônico, com uma dieta composta em sua maioria de náuplios e copépodos. Seu ciclo de vida é curto, com uma longevidade que não ultrapassa quatro anos. Indivíduos atingem um tamanho máximo de 270 mm (CERGOLE e VALENTINI, 1994).

O período de desova da sardinha ocorre entre outubro e março, com o pico de intensidade máxima entre dezembro e janeiro, o tamanho médio dos ovos é de cerca 1,20 mm de diâmetro, variando de 1,00 a 1,40 mm (SACCARDO e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991). Os ovócitos são liberados nas camadas superiores do oceano através de uma estratégia reprodutiva de desova parcelada, onde uma fêmea desova vários lotes de ovócitos durante a soltura (MATSUURA, 1983). Issac-Nahum et al. (1988) estimaram a fecundidade parcial média da espécie em cerca de 30.000 ovócitos. Segundo Matsuura (1998), a desova é noturna e ocorre entre 21h00min e 05h00min (horário local), com um tempo médio para a eclosão de cerca de 19 horas. Na figura 2.6 é possível observar seus estágios de desenvolvimento embrionário segundo Matsuura (1977).

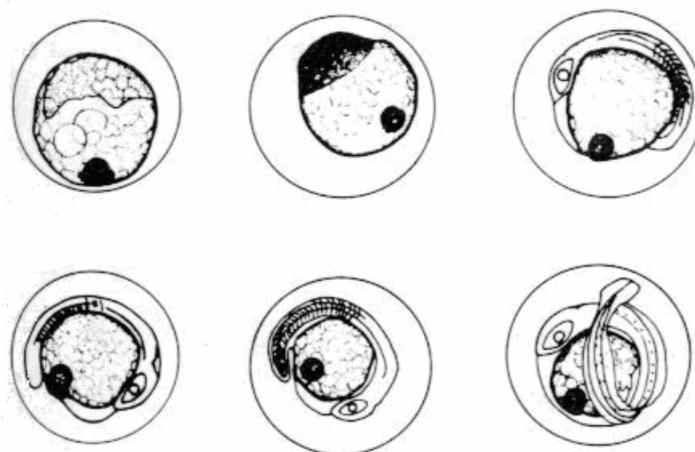


Figura 2.6 – Estágios de I a VI do desenvolvimento embrionário presente em ovos da sardinha-verdadeira, da esquerda para direita e de cima para baixo (sem escala).

Fonte: Adaptado de Matsuura (1977).

O crescimento larval é rápido e com 45 dias os juvenis podem já medir 40 mm (YONEDA, 1987), alcançando sua primeira maturação com a idade de um ano (MATSUURA, 1983) num comprimento entre 160 mm e 170 mm (SACCARDO e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1991). O recrutamento ao estoque adulto quando os indivíduos apresentam cerca de 90 mm (CERGOLE, 1995). As estimativas realizadas com os registros de captura revelam que, quando se considera o conjunto dos indivíduos de 1 e 2 anos na composição etária da população, sua participação chega à cerca de 96 % de frequência relativa. (CERGOLE, 1993).

Matsuura (1998) também analisou a localização das áreas de desova da sardinha utilizando dados coletados por nove cruzeiros oceanográficos sobre a PCSE. As incursões foram realizadas entre 1976-1993, sempre na época previamente conhecida como a de maior ocorrência da desova, entre dezembro e janeiro. Segundo os resultados de Matsuura (1998), a maior abundância de ovos estava situada entre a Baía de Paranaguá (latitude de 25 °S) e a Ilha de Florianópolis (latitude de 28 °S). Em alguns anos, no entanto, foram observadas áreas de desova próximas à Ilha de São Sebastião (latitude de 24 °S). Devido a esse fato, o autor concluiu que existem variações interanuais no local onde ocorreram as desovas.

A Figura 2.7 apresenta a distribuição da sardinha-verdadeira e seus principais locais de desova na primavera e verão, determinados a partir desses dados de distribuição horizontal e abundância relativa de ovos analisados por Matsuura (1971; 1975 a, b; 1977 a, b; 1979; 1983; 1998) e compilados por Castello (2006). É possível constatar nesta aproximação, que a distribuição das principais áreas de desova, além de ocorrer em determinados centros com elevada abundância relativa de ovos, apresentam-se também bastante associada a batimetria local, sobre uma faixa adjacente a costa com profundidade média de 50 metros.

Matsuura (1996) sugere que as oscilações na estrutura populacional têm como principal consequência um deslocamento espaço-temporal nos picos de desova. Apesar da redução dos estoques desovantes e da sobrepesca de indivíduos imaturos a que vêm sendo submetido, o autor sugere também que as condições ambientais desfavoráveis relacionadas à dinâmica do oceano, podem ocasionar falhas de desova e/ou de recrutamento desta espécie

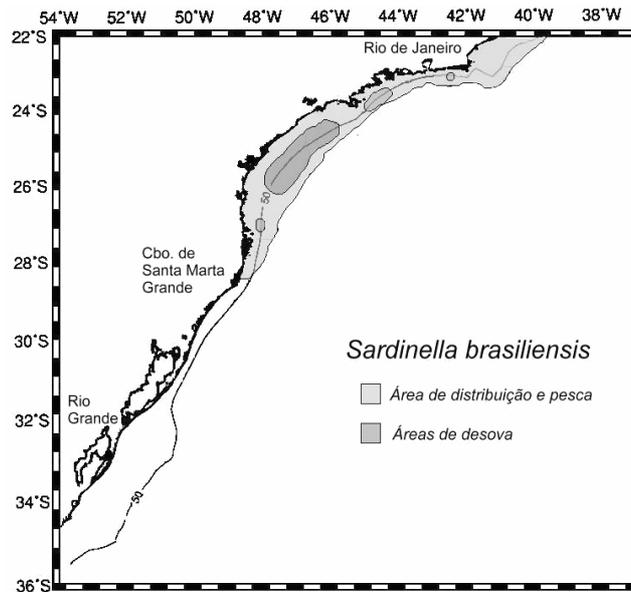


Figura 2.7 - Áreas de distribuição, pesca e desova da sardinha-verdadeira sobre a área da PCSE.

Fonte: Castello (2006).

A relação entre a variabilidade oceanográfica e meteorológica e as oscilações de abundância dos ovos e larvas de sardinha-verdadeira foi objeto de muitas investigações científicas (BAKUN e PARRISH, 1990; CERGOLE, et al. 2002; JABLONSKI e LEGEY, 2004; MATSUURA, 1996). Bakun e Parrish (1990) realizaram climatologias do estresse do vento (cisalhamento), transporte de Ekman, profundidade da camada de mistura, radiação solar e temperatura da superfície do mar (TSM) para investigar as relações destas variáveis com o habitat reprodutivo da sardinha-verdadeira. Os autores reportaram que o recrutamento da sardinha depende principalmente de três fatores: (1) enriquecimento da coluna d'água por nutrientes, a fim de promover a produção primária e garantir a disponibilidade de alimento às larvas; (2) estabilidade da coluna d'água e (3) Menor intensidade de fluxos turbulentos e movimentos de transporte advectivo na coluna d'água que poderiam ocasionar perda de larvas e baixa disponibilidade de alimento. Estas condições reprodutivas assemelham-se às necessárias para a sardinha da Califórnia (*Sardinops sagax*) e para outras espécies de pequenos pelágicos do Peru, Chile e África.

Matsuura (1996) associou períodos de falhas no recrutamento de juvenis ao estoque adulto em anos que ocorreram baixa intrusão da ACAS sobre a PCSE. Isso teria afetado a sobrevivência das larvas, e o efeito era provavelmente relacionado a perturbações

meteorológicas que afetam o bombeamento de Ekman. A penetração da ACAS aumenta a produção primária na camada superficial dentro dos limites da zona eufótica, contribuindo para uma maior estabilidade vertical da coluna d'água e concentrando uma maior quantidade de alimento para as larvas. Isso evita sua dispersão para áreas impróprias ao seu desenvolvimento.

Cergole et al. (2002) estimaram os parâmetros biológicos e realizaram uma avaliação do estoque da sardinha na costa sudeste do Brasil, demonstrando os períodos favoráveis e desfavoráveis para o desenvolvimento da espécie. Segundo o autor, as flutuações da biomassa desovante e do recrutamento dependem da sobrevivência dos estágios iniciais do ciclo de vida. Esse, por sua vez, está relacionado com a janela ambiental ótima, que se configuram em condições propícias de estresse do vento, transporte de Ekman, TSM e turbulência na camada de mistura para o sucesso reprodutivo da sardinha.

Jablonski e Legey (2004) quantificaram os efeitos das variáveis: estresse do vento transporte de Ekman, biomassa desovante, TSM e turbulência na camada de mistura em relação a essa janela ambiental ótima. Os resultados indicaram que o recrutamento da sardinha-verdadeira é influenciado, principalmente, pela sua biomassa desovante. Contudo, a variabilidade dos ventos e da TSM é importante para proporcionar as condições propícias ao desenvolvimento. Os autores encontram uma relação significativa entre a sobrevivência dos ovos e larvas e o transporte de Ekman. Ainda segundo Jabloski e Legey (2004), as principais condições ambientais que parecem indicar um habitat propício para a desova da sardinha-verdadeira são: (a) um gradiente vertical de temperatura da água do mar que revele uma estabilidade da coluna d'água; (b) uma temperatura e salinidade da água do mar que se relaciona à presença da ACAS ($T < 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $S < 36,4$) em profundidade, onde as concentrações de nutrientes e a taxa de produtividade são maiores; e (c) a ação do vento na superfície do mar que, associada a uma janela ótima de magnitude e direção, gera um transporte de Ekman e uma turbulência favoráveis à intensificação dos processos de enriquecimento de nutrientes e mistura da coluna d'água.

2.3 Oceanografia pesqueira e sensoriamento remoto

A percepção científica sobre as condições oceânicas e os efeitos da pesca agindo sobre os ecossistemas marinhos variou consideravelmente ao longo do tempo. Fréon (2005) identificou cinco períodos históricos dentro da evolução temporal da exploração de peixes pelágicos: (1) antes de 1900, quando os estoques pesqueiros eram considerados inesgotáveis e a salvo de qualquer tipo de arte de pesca, sem qualquer informação científica consistente que comprovasse tais considerações; (2) entre 1900 e 1950, início da exploração dos estoques em escala industrial, quando ocorreram os primeiros estudos científicos demonstrando a existência de parâmetros oceanográficos que regulavam a distribuição e abundância das espécies; (3) entre 1950 e 1975, época da consolidação do sistema convencional de pesca que maximiza as capturas e aumentar o rendimento das pescarias. Nesse período dá-se também o início dos estudos sobre a dinâmica populacional pesqueira; (4) entre 1975 e 1995, quando muitos estoques entram em colapso populacional, devido ao sistema convencional adotado na pesca. A degradação dos ecossistemas marinhos se torna evidente, e com isso há um aumento de interesse pelos efeitos antrópicos agindo sobre os recursos; e (5) depois de 1995, seguindo as tendências de proteção ambiental mundial, o modelo de gerenciamento pesqueiro baseado no ecossistema começou a ser desenvolvido em diversos países, apontando para a necessidade de uma base consistente de informações científicas sobre os processos ecológicos inerentes aos estoques, a fim de tornar a pesca mais controlada e sustentável.

Na década de 1930, para aumentar o rendimento das pescarias, o governo japonês iniciou um serviço de auxílio à pesca para verificar e divulgar as condições marinhas, o que tornou as operações pesqueiras mais bem sucedidas (YAMANAKA et al. 1988). Sucessivamente, outros países começaram a promover análises ambientais com o intuito de fornecer informações adicionais para o planejamento das operações pesqueiras. Os produtos gerados dessas análises se constituíam de boletins de previsão meteorológica a curto, médio e longo prazo; das condições marítimas e mapas de temperatura do mar, de correntes oceânicas e de distribuição do plâncton marinho (TOMCZAK, 1977). Esses indicadores ambientais revelaram indícios de importantes relações entre a variabilidade ambiental marinha e resposta biológica. Essas relações poderiam ser utilizadas para o melhor aproveitamento do esforço de pesca.

A partir dos anos de 1970, o sensoriamento remoto passou a proporcionar uma maneira inovadora de se observar e medir alguns parâmetros oceanográficos. As vantagens dessa nova metodologia para o monitoramento dos oceanos tornou imprescindível o uso de dados derivados de satélites para estimar alguns indicadores ambientais que podem influenciar a distribuição, abundância ou o comportamento de espécies marinhas comercialmente exploradas (ZAGAGLIA e HAZIN, 2005). É observado, desde a década de 1970, que grandes concentrações de determinadas espécies têm sido encontradas ao longo de frentes termais, havendo evidências significativas da relação entre a presença dessas frentes e a distribuição de recursos pesqueiros. (LASKER et al., 1981; LAURS e LYNN, 1977; LAURS et al., 1977, 1984).

Os dados disponibilizados por satélites, que podem ser úteis em programas de monitoramento, são capazes de resolver os fenômenos de meso e larga escala no oceano com grande repetitividade amostral. Servem também para melhorar o entendimento das complexas interações do sistema acoplado oceano-atmosfera. A alta emissividade da água do mar em direção à atmosfera nos comprimentos de onda longos, por exemplo, possibilita que radiômetros infravermelhos sejam úteis para estimar a temperatura da camada superficial marinha na interface ar-mar, denominada de temperatura da superfície do mar (TSM). Essa camada é responsável por grande parte do fluxo de calor entre o oceano e atmosfera e importante parâmetro climático marinho (PEZZI e SOUZA, 2005).

Devido a sua importância no sistema climático oceano-atmosfera, e também por indicar com precisão a localização dos gradientes horizontais termais no oceano relacionados às frentes oceanográficas, a TSM tem sido o parâmetro mais utilizado em investigações que relaciona as condições oceanográficas com o comportamento e abundância de estoques pesqueiros (SANTOS et al., 2000). A TSM atualmente pode ser estimada a partir de vários sensores, como o AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) dos satélites da série NOAA ou, mais recentemente, pelo sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) a bordo dos satélites TERRA e AQUA da missão EOS. Mapas de TSM derivados das medidas de satélites revelam importantes processos oceânicos como ressurgência costeira, meandros ou vórtices de correntes e frentes termais entre massas de águas, tornando-se o indicador mais bem

sucedido na maioria dos casos, para avaliar o meio ambiente marinho tanto na escala temporal sinóptica quanto na escala interanual.

A disponibilidade de dados de TSM em séries de tempo longas possibilita o cálculo de médias climatológicas e suas respectivas anomalias frequentemente utilizadas para investigar o quanto uma determinada TSM variou com respeito ao que é considerado normal (médio). A TSM desempenha um papel importante no monitoramento dos fenômenos naturais associados aos padrões de variabilidade climáticos globais e regionais.

Santos et al. (2006), através de dados de TSM, comprovaram a associação entre a distribuição das pescarias de espadarte (*Xiphias gladius*) e albacora branca (*Thunnus alalunga*) com a zona de ressurgência na costa de Portugal. O espadarte apresentou maiores capturas por unidade de esforço em períodos de ressurgência atenuados e esteve relacionado à presença de águas relativamente mais quentes, com uma TSM com média de 22 °C. A captura de albacora branca, por outro lado ocorreu em regimes de ressurgência mais intensos, onde frentes termais, criadas pelo encontro de águas frias oriundas das maiores profundidades com águas quentes de superfície, se associaram as maiores concentrações dessa espécie em TSM entre 18°C e 18,9°C

A integração dos dados de TSM com concentração de clorofila também muitas vezes revela feições oceanográficas coincidentes. Solanki et al. (2003, 2005) comparam medidas de concentração de clorofila com medidas de TSM na costa da Índia, concluindo que áreas, onde ocorreram feições em comum, indicavam que os processos físicos e bioquímicos estavam intimamente relacionados e, portanto, seriam zonas potenciais para a atividade pesqueira (Figura 2.8).

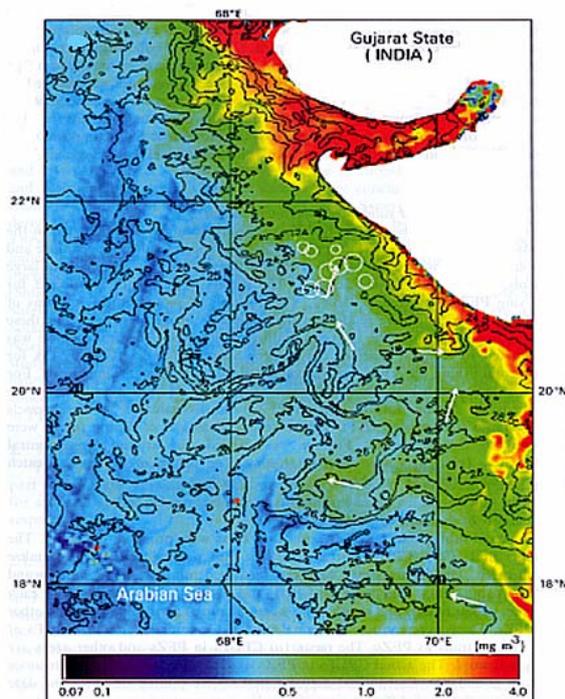


Figura 2.8 – Integração de imagens da concentração de clorofila (OCM/IRS-P4) e TSM (AVHRR/NOAA) para 10/2000 próximo à costa da Índia. A TSM (contornos) apresenta feições em comum com a concentração de clorofila (plano de fundo) indicando zonas potenciais de pesca indicados pelos círculos e setas brancas.

Fonte: Adaptado de Solanki et al. (2003).

Solanki et al. (2005), avaliando a captura de espécies comercialmente importantes por essa metodologia prognóstica usando dados de sensoriamento remoto, contudo reportam que a eficiência das capturas variou consideravelmente dependendo do habitat e alimentação das espécies. Espécies pelágicas apresentaram aumento na média das capturas de até 330 %, quando comparado à média sem o uso do sensoriamento remoto. No caso das espécies demersais, as médias foram significativamente menores, havendo diminuição na média das capturas de até 50 %.

Robinson (1985) pondera os parâmetros estimados por meio de satélites são relativos à camada superficial do mar. A estrutura vertical dos oceanos é incapaz de ser medida diretamente pelos sensores remotos, porém tem grande influência sobre os fatores que regulam o ecossistema marinho. Caracterizar a estrutura da coluna d'água por meio da oceanografia convencional é fundamental para o entendimento completo do comportamento das variáveis oceanográficas.

Além dos fluxos de calor na interface oceano-atmosfera, a circulação oceânica se relaciona diretamente com a atmosfera pela troca de momento provocado pela tensão de cisalhamento (atrito) dos campos de vento sobre a superfície do mar. O acoplamento sinótico entre ventos e TSM tem sido melhor estudado, pois observa-se que este afeta estruturas dinâmicas e termodinâmicas tanto na atmosfera como no oceano (PEZZI et al, 2005) (Figura, 2.9). Dessa maneira, o vento é outro parâmetro importante a ser monitorado. As atividades de navegação e pesca, entre outras, requerem dados apropriados sobre circulação oceânica e o vento na superfície do mar.

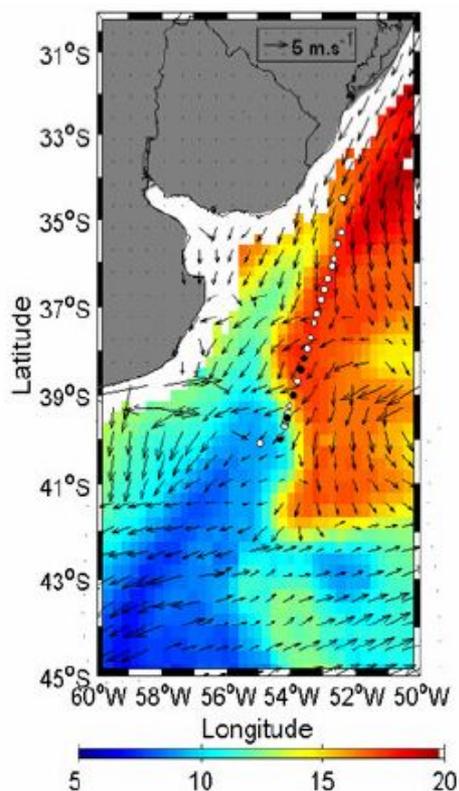


Figura 2.9 – Vetores de vento obtidos pelo escaterômetro a bordo do satélite Quikscat em 2/10/2004 sobrepostos a TSM (°C) obtido pelo sensor AMSR-E do satélite Aqua para a mesma data e área de cobertura.

Fonte: Pezzi et al. (2005).

É importante considerar que a associação entre fatores físicos e biológicos nos oceanos pode não ser explicada somente pela variação de alguns parâmetros oceanográficos, apesar de existir uma influencia desses indicadores ambientais na distribuição de algumas espécies marinhas. Muitas das flutuações na abundância dos recursos marinhos disponíveis para a pesca podem ser causadas por pressões antrópicas como a própria pesca excessiva (sobrepesca).

As técnicas de sensoriamento remoto aplicado à pesca apresentam potencial para assegurar a estimativa precisa de captura, de modo a proteger os estoques pesqueiros da exploração, acima dos níveis sustentáveis. A implantação de um sistema que forneça informações históricas e em tempo quase real (ZAGAGLIA e HAZIN, 2005) de sensoriamento remoto, a cerca das condições oceânicas poderia auxiliar na previsão das capturas. Por outro lado o uso indiscriminado de informações geradas por sensores remotos, especialmente em tempo real visando localizar habitats propícios a pesca poderá acarretar numa aceleração ou num possível colapso total da atividade pesqueira sobre determinado estoque.

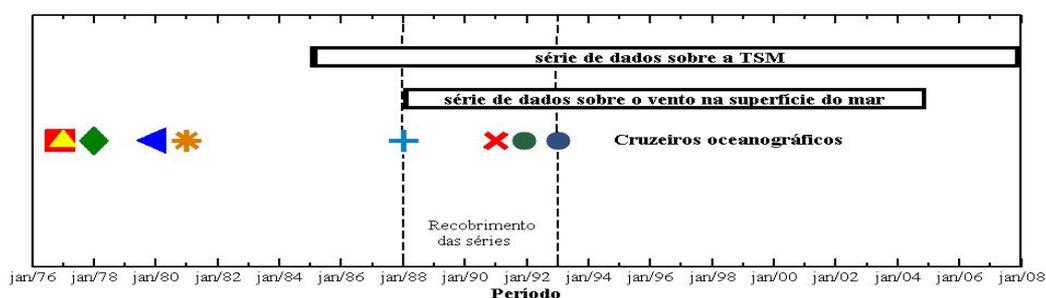
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os dados obtidos por sensoriamento remoto para caracterizar a variabilidade interanual marinha da PCSE correspondem as variáveis: temperatura da superfície do mar (TSM), bem como, as componentes zonal (W^z) e meridional (W^y) do vento juntamente com sua resultante em magnitude e direção (W). Em todas as bases de dados utilizadas a resolução temporal adotado foi mensal.

O outro conjunto de medidas *in situ* utilizado foi disponibilizado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) e é resultado de 9 campanhas oceanográficas realizadas em: dezembro de 1976 (FINEP-V), janeiro de 1977 (FINEP-VI), janeiro de 1978 (FINEP-VII), janeiro de 1980 (FINEP-XI), janeiro de 1981 (FINEP-XII), janeiro de 1988 (EPM), janeiro de 1991 (JOPS-1), dezembro de 1991 (Sardinha-1) e janeiro de 1993 (Sardinha-2). Todas durante períodos de verões, já que este é período do ano com maior intensidade de desova da sardinha.

A disponibilidade temporal da série de TSM foi de janeiro de 1985 até janeiro de 2008 e para o vento na superfície do mar de janeiro de 1988 até dezembro de 2004, o que limitou o ajuste com o período de coleta dos cruzeiros oceanográficos (Figura 3.1). Logo, ocorreu um recobrimento das séries somente de janeiro de 1988 até janeiro de 1993. A seguir há uma descrição de todas variáveis utilizadas.



■	1. FINEP - V	12 / 1976	◀	4. FINEP - XI	01 / 1980	✗	7. JOPS - 1	01 / 1991
▲	2. FINEP - VI	01 / 1977	✱	5. FINEP - XII	01 / 1981	●	8. Sardinha -1	12 / 1991
◆	3. FINEP - VII	01 / 1978	+	6. EPM	01 / 1988	●	9. Sardinha - 2	01 / 1993

Figura 3.1 - Disponibilidade dos dados utilizados. Linhas pontilhadas indicam recobrimento temporal entre as séries. A legenda contém o mês/ano de cada cruzeiro oceanográfico.

3.1.1 Temperatura da superfície do mar

Os dados TSM utilizados foram obtidos dos sensores *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) a bordo dos satélites da série *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). O AVHRR é um radiômetro imageador de varredura composto por 5 canais espectrais, dos quais 3 abrangem a faixa do infravermelho termal (1.58-12.5 μ m), e são os responsáveis pela estimativa da TSM, Tabela 3.1. Atualmente, os dados são produzidos no projeto Pathfinder que se encontra na versão 5.0, através do reprocessamento de informações históricas dos radiômetros.

Os satélites da série NOAA apresentam órbita quase-polar, heliosíncrona em altitude média de 800 km. As duas plataformas em funcionamento apresentam 1,1 km de resolução espacial ao nadir e largura de faixa imageada de 2.700 km, operando em defasagem temporal com movimentos ascendente e um descendente por satélite.

Tabela 3.1 - Canais espectrais do sensor AVHRR.

Canais espectrais	Comprimento de onda (μ m)
1	0.58-0.68 (visível)
2	0.725-1.0 (infravermelho próximo)
3A	1.58-1.64 (infravermelho próximo)
3B	3.55-3.93 (infravermelho médio)
4	10.3-11.3 (infravermelho termal)
5	11.5-12.5 (infravermelho termal)

Fonte: JPL (2008)

A NOAA emprega o algoritmo NLSST (*Non Linear Sea Surface Temperature*) na correção do efeito dos constituintes atmosféricos (KILPATRICK et al., 2001). Esse algoritmo é uma variante da técnica MCSST (*Multi-Channel Sea Surface Temperature*), que se baseia em operações de regressão múltipla entre pares diferentes de combinações de 2 ou 3 canais do sensor AVHRR, resultando em sistemas de equações de correção atmosférica.

A equação geral utiliza constantes derivadas da minimização dos quadrados dos resíduos de um modelo de regressão entre dados de satélite e dados *in situ*, e das temperaturas de brilho nos canais 4 e 5 do sensor (McCLAIN et al., 1985). As estimativas resultantes apresentam pequena margem de erro, e boa coerência com conjuntos de medidas *in situ* provenientes de bóias de deriva e de cruzeiros oceanográficos (SOUZA et al., 2005).

O reprocessamento histórico apresenta melhorias sobre as versões anteriores e fornece a média do parâmetro TSM no formato HDF em uma grade regular com de abrangência global e resolução espacial de 4 km x 4 km. Foram adquiridos 277 arquivos com dados mensais que compreendem o período de janeiro de 1985 até janeiro de 2008. Esta base de dados é distribuída pelo *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center* (PODAAC) pertencente ao *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), através do endereço eletrônico:

< <http://podaac.jpl.nasa.gov/> >

Dentre os produtos disponibilizados encontram-se o conjunto de medidas de TSM denominado “*all-pixel-SST*”, gerado a partir da aplicação do algoritmo padrão, utilizando todos os pixels disponíveis, independente da contaminação por nuvens, e o conjunto denominado “*Best Sea Surface Temperature (BSST)*”, que consiste de um conjunto de medidas similares, porém derivadas de um processo de interpolação espacial, utilizando-se apenas pixels com menor contaminação (bandeira de qualidade 5, ou superior). O algoritmo *Optimum Interpolation Sea Surface Temperature Version 2 - first guess SST Field* é utilizado no processo de interpolação espacial supracitado (KILPATRICK et al., 2001). A utilização de dados TSM restrita a pixels de melhor qualidade pode, entretanto, limitar os resultados levando a não detecção de feições oceanográficas breves, como vórtices de curto tempo de vida; ou a estimativas subestimadas da variabilidade espaço-temporal de campos de TSM (Figura, 3.2).

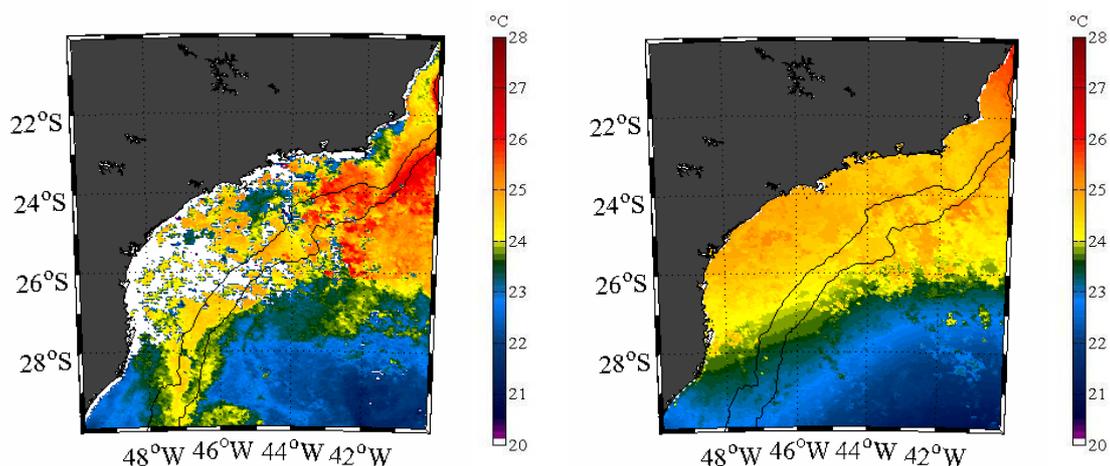


Figura 3.2 - Temperatura da superfície do mar (TSM), referente a janeiro de 2008, fornecidos pelo PODDAC: conjunto de medidas *all-pixel-SST* (esquerda) e *Best Sea Surface Temperature* (direita).

A série de médias mensais derivadas dos dados “*all-pixel-SST*” foi submetida a um processo de interpolação, com vistas à remoção de pixels espúrios (Figura 3.3). O método de interpolação estatística aplicado consistiu no cálculo de uma função de ciclo médio para todos os pontos de grade, e para cada órbita (ascendente e descendente), através do ajuste de uma função senoidal.

A função senoidal foi escolhida por representar a grosso modo o ciclo médio de TSM. O critério para remoção de pixels espúrios (com valores muito inferiores a média) baseou-se na análise das anomalias, após o ajuste da série original e da função ciclo médio (valor original – valor médio previsto na função ciclo médio). Pixels com módulo de anomalias superiores a uma unidade de desvio padrão foram substituídos pelos valores previstos na função ciclo médio. A escolha deste valor de corte baseou-se em critério arbitrário, dado o caráter pioneiro do trabalho, o que recomenda uma abordagem exploratória.

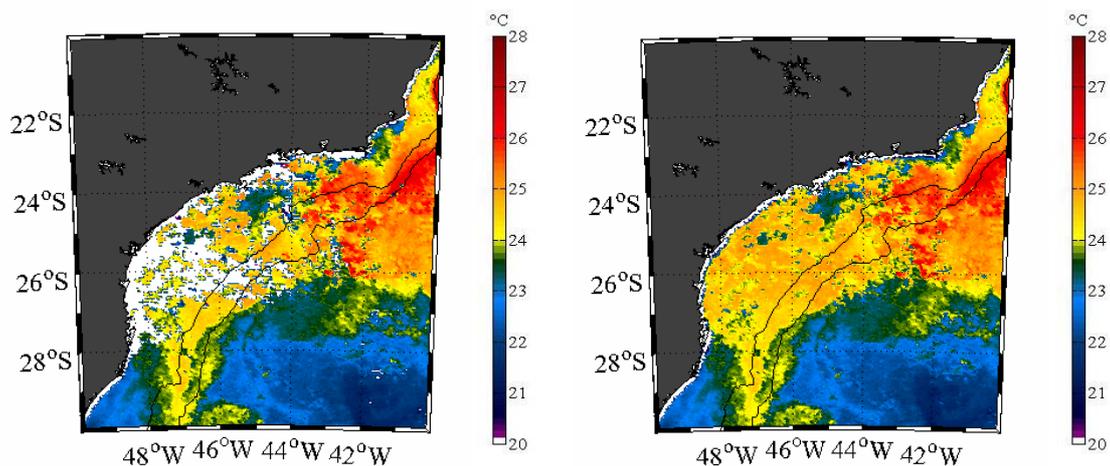


Figura 3.3 - Temperatura da superfície do mar (TSM), referente a janeiro de 2008, do conjunto de medidas *all-pixel-SST* antes (esquerda) e depois do processo de interpolação proposto (direita).

A Figura 3.3 exemplifica o resultado dos diferentes processamentos realizado em todos os pontos de grade, e em cada órbita, utilizados na geração dos campos de TSM baseados nos dados *all-pixel-SST*. Foram detectados sete pontos onde a anomalia foi maior que o seu desvio padrão, com base na diferença entre a série original (Figura 3.4a) e o ciclo médio do sinal (Figura 3.4b).

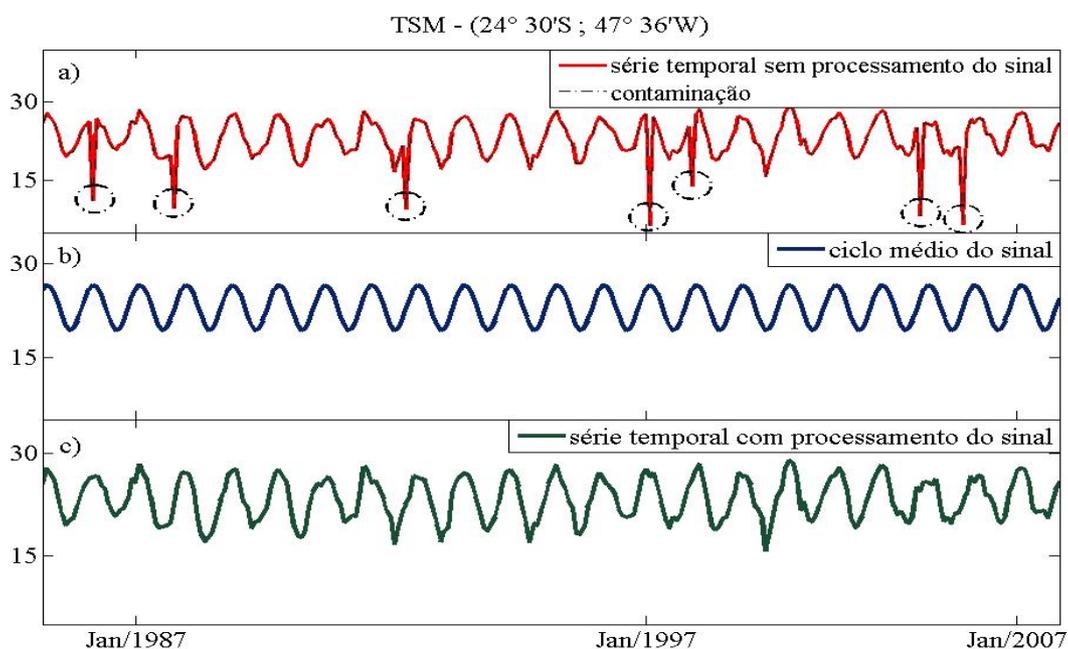


Figura 3.4 – Exemplo de um ponto de grade do método de interpolação proposto para o conjunto de medidas *all-pixel-SST*. (a) – série de dados original, com pixels espúrios identificados; (b) – função ciclo médio do sinal; (c) – série processada, com pixels espúrios substituídos, medidos em °C.

3.1.2 Vento na superfície do mar

Uma parte do Projeto Pathfinder é destinada a gerar dados do vento na superfície do mar a partir de sensores de microondas passivos acoplados a diferentes satélites. Esses instrumentos operam de modo passivo em baixas frequências para medir a radiação emitida nestes comprimentos de onda pela superfície e/ou atmosfera para determinar a magnitude dos ventos.

Os dados de intensidade do vento foram obtidos pelo sensor *Special Sensor Microwave/Imager* (SSM/I) a bordo dos *Defense Meteorological Satellite Program* (DMSP-F8). Esses dados pertencem à *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) e a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e são gerados no *Marshall Space Flight Center* (MSFC) através da aplicação do algoritmo Wentz (WENTZ, 1989). O algoritmo em questão utiliza as bandas 22,2 e 37GHz polarizadas verticalmente (VV) e 37GHz polarizadas horizontalmente (HH) para ajustar modelos de transferência radioativos parametrizados em velocidade do vento, considerando a absorção e o espalhamento na atmosfera e a emissividade do cisalhamento do vento na superfície do mar (WENTZ et al., 1986).

A direção das componentes do vento pertence ao *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF) e foi inserida computacionalmente nos dados de magnitude estimados pelo sensor SSM/I. Esta base de dados derivada por Atlas et al., 1996, também é distribuída pelo *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center* (PODAAC), disponível no endereço eletrônico:

< <http://podaac.jpl.nasa.gov/> >

Foram adquiridos 204 arquivos no formato HDF em uma grade regular que após o tratamento e com resolução mensal apresenta resolução espacial de 1° x 1°. Os dados compreendem ao período de janeiro de 1988 até dezembro de 2004.

Tabela 3.2 – Principais características do sensor SSM/I a bordo do satélite DMSP-F8

Órbita	Heliossíncrona, inclinação 98,8°
Altitude	860km
Banda	19,3 a 85,5GHz
Resolução espacial	25km
Resolução temporal	102 minutos
Largura da faixa imagiada	1.394km

Fonte: JPL (2008).

3.1.3 Dados medidos *in situ*

Os dados medidos *in situ* utilizados neste trabalho se referem às medidas da abundância do icteoplâncton provenientes das coletas realizadas em nove cruzeiros oceanográficos, entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta (SC). Os cruzeiros foram sempre realizados durante o fim da primavera e verão no período total entre dezembro de 1976 e janeiro de 1993. Esses cruzeiros oceanográficos fazem parte de quatro projetos de pesquisa, coordenados pelo Dr. Matsuura do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO/USP) e descritos abaixo:

1) Projeto Integrado para Uso e Exploração Racional do Ambiente Marinho foi desenvolvido por um convênio entre IO/USP e a Financiadora de Estudos e Projetos S/A (FINEP) da Secretaria de Planejamento da Presidência da República, entre 1976 a 1984. As coletas foram realizadas a bordo do “N/Oc. Prof. Besnard” pertencente ao IO/USP e são a série de cruzeiros oceanográficos: FINEP-V realizado entre 2 a 20 de dezembro de 1976, FINEP-VI entre 18 de janeiro a 5 de fevereiro de 1977, FINEP-VII entre 12 a 30 de janeiro de 1978, FINEP-XI entre 17 a 23 de janeiro de 1980, e FINEP-XII entre 16 a 23 de janeiro de 1981.

2) Projeto EPM (*Egg Production Method*): avaliação do estoque desovante da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis*. Convênio desenvolvido entre IO/USP e a Secretária da Comissão Interministerial dos Recursos do Mar (CIRM). As coletas foram feitas a partir do “N/Oc. Atlântico Sul” da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) entre 22 e 31 de janeiro de 1988.

3) Projeto JOPS-1 (*Joint Oceanographic Projects*), com o subprojeto Impacto da Inanição das Larvas de Clupeiformes na Variabilidade do Recrutamento. Desenvolvido por um programa pertencente ao Acordo de Cooperação Bilateral Brasil – Alemanha em Ciências Marítimas. As coletas foram feitas a partir do “R/V Victor Hensen” de 28 de dezembro de 1990 a 15 de janeiro de 1991.

4) Projeto Sardinha-1 e Sardinha-2: estudo das fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira e outros peixes pelágicos marinhos da costa sul-sudeste do Brasil. Desenvolvido pelo IO/USP. As coletas foram feitas a partir do “N/Oc. Prof. Besnard” nos períodos entre 7 a 19 de dezembro de 1991 (Sardinha-1) e entre 8 a 20 de janeiro de 1993 (Sardinha-2).

O intervalo entre as estações de coletas foi de 20 milhas náuticas (m.n.), com exceção dos cruzeiros oceanográficos, FINEP-XI e XII, que foi de 30 m.n. As coletas de ictioplâncton foram efetuadas por duas redes cônico-cilíndricas (redes bongô), que eram arrastadas obliquamente no sentido superfície-fundo-superfície com uma velocidade de dois nós. O total de ovos amostrados foi identificado e um número de ovos por metro quadrado foi estimado para cada estação de coleta utilizando-se a seguinte equação (TANAKA, 1973):

$$Y_i = (d_i \cdot x_i)/V_i \quad (3.1)$$

onde Y é número de ovos por metro quadrado de superfície do mar, d é profundidade de coleta em metros, x é número de ovos coletados em cada estação e v é volume de água filtrada pela rede todos medidos sobre a estação i .

Ainda nas estações de coleta, foram medidos os dados de temperatura e salinidade para a superfície e sub-superfície (0 e 10 metros) através de termômetros e salinômetros nos cruzeiros oceanográficos mais antigos (FINEPs) e sondas *Conductivity Temperature Deph* (CTD) nos restantes. A Figura 3.5 demonstra a grade das coletas de todos cruzeiros descritos, que no total foram analisadas 862 amostras.

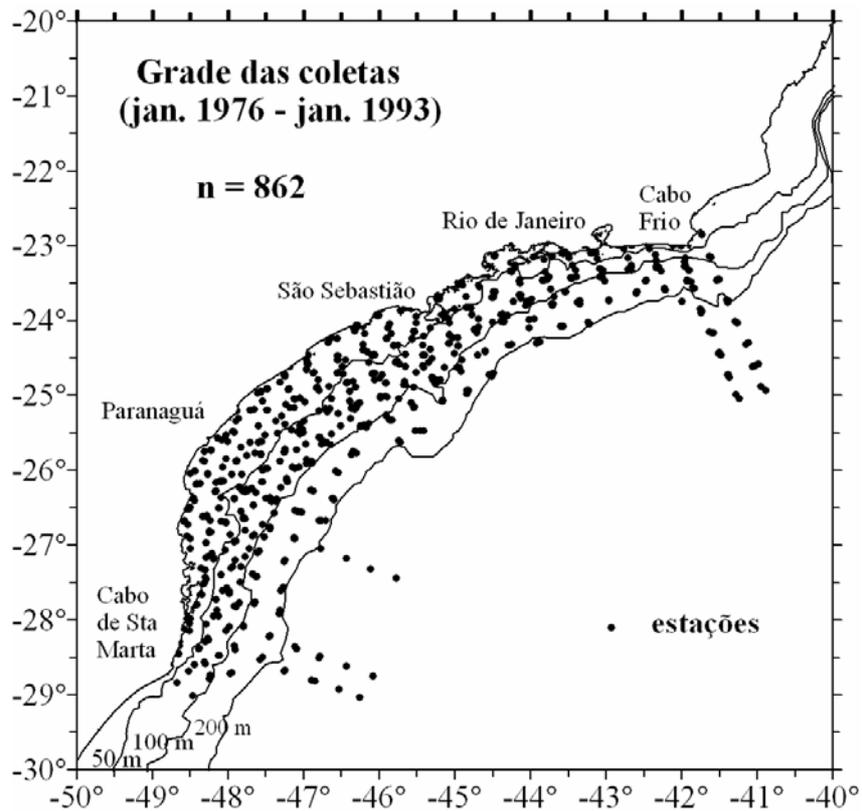


Figura 3.5 - Mapa da área de estudo com as estações dos cruzeiros.

3.1.4 Índices oceânicos

O fenômeno *El Niño - Southern Oscillation* (ENSO) é o exemplo mais estudado dentre todos os modos de variabilidade dos oceanos de larga escala diante do cenário atual do aquecimento global. O ENSO se caracteriza como um modo oscilatório do sistema oceano-atmosfera, apresentando uma tendência à periodicidade interanual. Uma forte consequência associada ao fenômeno são as fases quentes (*El Niño*) e frias (*La Niña*) da anomalia da TSM no Oceano Pacífico Equatorial.

As variações observadas podem influenciar diversas partes do mundo por meio de teleconexões atmosféricas. A ocorrência de eventos extremos do ENSO introduz distúrbios no ambiente, como variações da TSM, as quais alteram as condições climáticas do oceano. Para medir os eventos ENSO são utilizados vários índices que monitoram padrões anômalos em variáveis atmosféricas e oceanográficas ocorridos em diferentes áreas do Oceano Pacífico Equatorial.

O Índice Oceânico do *El Niño* (*Oceanic Niño Index* – ONI), aceito pela NOAA como um dos índices padrões representativos do ENSO, foi utilizado para verificar as relações entre a variabilidade encontrada nos dados de TSM e vento da área de estudo com a dos eventos *El Niño/La Niña* (CPC, 2009).

O ONI mede a intensidade do ENSO a partir da anomalia da TSM extraída entre as latitudes de 5°N a 5°S e longitudes 120° a 170°O, conhecida como NINO 3.4, e devido a suas estimativa basear-se em médias trimestrais de anomalias, a representação apresenta os períodos de início e término dos eventos mais bem definidos. A NOAA considera períodos de *El Niño* (*La Niña*) quanto ocorrem 5 ou mais registros consecutivos de anomalia positivas ou iguais (negativas ou iguais) a 0,5°C.

Foram adquiridos os dados mensais do ONI de janeiro de 1975 até janeiro de 2008 representativos do fenômeno ENSO (Figura, 3.6), através do endereço eletrônico:

<http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/>

Tabela 3.3 – Fenômenos *El Niño* e *La Niña* medidos pelo ONI que ocorreram entre janeiro de 1975 e janeiro de 2008, de acordo com o critério adotado pela NOAA.

<i>La Niña</i>	<i>El Niño</i>
01/1975 – 05/1976	09/1976 – 02/1977
10/1984 – 09/1985	09/1977 – 01/1978
05/1988 – 05/1989	05/1982 – 06/1983
09/1995 – 03/1996	08/1986 – 02/1988
07/1998 – 06/2000	05/1991 – 06/1992
10/2000 – 2/2001	04/1994 – 03/1995
07/2007 – 01/2008	05/1997 – 05/1998
	05/2002 – 03/2003
	06/2004 – 02/2005
	08/2006 – 01/2007

Fonte: CPC (2009).

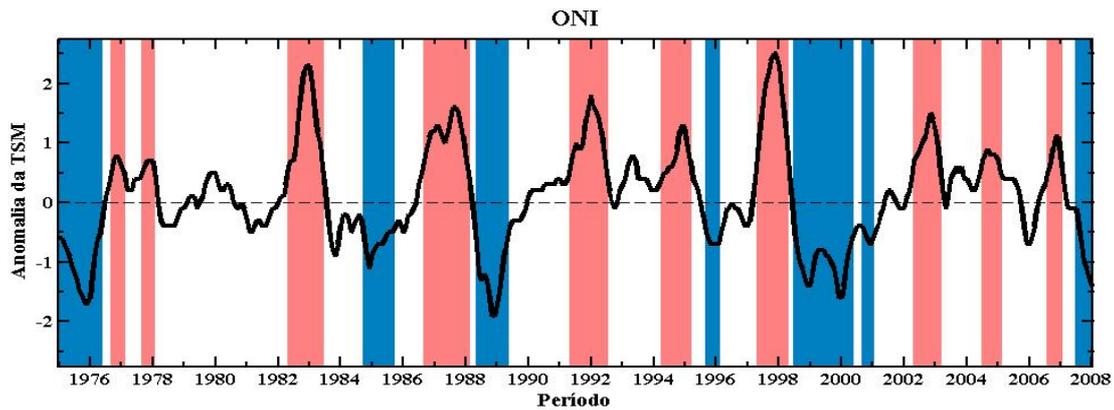


Figura 3.6 - Série temporal do Índice Oceânico *El Niño* (ONI) representativo do fenômeno ENSO para o período entre janeiro de 1975 a janeiro de 2008. Eventos de ocorrência de *El Niño* (coloridas em vermelho) e *La Niña* (coloridas em azul).

Fonte: CPC (2009).

3.2 Métodos

As séries temporais de TSM e vento na superfície do mar foram analisadas através da aplicação de algumas técnicas que permitiram uma caracterização da área e uma verificação dos principais modos de variabilidade presentes. A seguir está uma descrição das técnicas adotadas para analisar estas séries temporais.

3.2.1 Análise de séries temporais

Os principais modos de variabilidade foram analisados com a aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) sobre as séries dos dados obtidos por sensoriamento remoto. A ACP reduz o cenário de variáveis analisadas gerando uma combinação linear de novas variáveis que representam a maior fração possível da variabilidade dos dados originais. Quanto maior for a redundância de informação, maior será a correlação entre as variáveis e, com isso a ACP terá mais eficiência em explicar a variabilidade dos dados. O cálculo da ACP se baseia em uma matriz de correlação, variância-covariância ou similaridade dos dados, que determinam autovalores representativos dos autovetores correspondente à própria variação dos dados analisados (WILKS, 1995).

O cálculo da ACP foi feito através da ferramenta estatística PRINCOMP do *software* MATLAB. A partir de uma matriz de covariância dos dados de entrada são gerados os

COEFF e SCORE (*loadings*), que quantificam a influência das amostras na variabilidade de cada componente principal, e o LATENT (autovalor), que representa a percentagem da variância total explicada pela componente em questão.

Análises de correlação e autocorrelação foram aplicadas para verificar o grau de relação entre as séries temporais. O coeficiente de correlação por definição simples é o quociente entre a covariância e o produto dos desvios-padrão de duas séries de variáveis analisadas. A divisão pelo produto dos desvios-padrão, tem a função de padronizar a média, a fim de ser possível realizar comparações. A autocorrelação é uma medida de dependência do quanto cada valor de uma série está relacionada com seus demais valores consecutivos. O cálculo da autocorrelação é uma variação do cálculo do coeficiente de correlação, expressa pela equação:

$$\rho(k) = \frac{\sum_{t=1}^{P-k} (x_t - \bar{x}) \cdot (x_{t-k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2} \quad (3.1)$$

onde x representa a série de tempo, com x_t o valor da variável x no tempo t , P é o número de observações, k é a defasagem de tempo, \bar{x} a média da série x no tempo t . O coeficiente de autocorrelação (ρ) varia entre -1 e 1.

A correlação cruzada, também utiliza do mesmo princípio, por sua vez associa duas séries diferentes de variáveis (x e y). O coeficiente de correlação cruzada (r_{xy}) está em função da covariância das séries determinado por:

$$r_{xy}(k) = \frac{c_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (3.2)$$

onde x e y são as duas séries de tempo, c_{xy} é o coeficiente de covariância cruzada, k é a defasagem de tempo, σ é o desvio padrão das séries temporais.

Para o cálculo do coeficiente de covariância cruzada c_{xy} utiliza-se:

$$c_{xy}(k) = \frac{1}{P} \cdot \sum [(x_t - \bar{x}) \cdot (y_{t+m} - \bar{y})] \quad (3.3)$$

onde $t=1$ a $P-1$, $m=0$ e $k>0$ ou,

$$c_{xy}(k) = \frac{1}{P} \cdot \sum [(y_t - \bar{y}) \cdot (x_{t+m} - \bar{x})] \quad (3.4)$$

onde $t=1$ a $P+1$, $m=-1$ e $k<0$,

A autocorrelação foi aplicada as séries de dados obtidas por sensoriamento remoto para descrever possíveis períodos significativos na variação dos dados. A correlação cruzada foi utilizada, tanto em dados obtidos por sensoriamento remoto, quanto nas estimativas de abundância relativa dos ovos dos cruzeiros oceanográficos, com o intuito de verificar a existência de uma conexão remota com fenômeno ENOS. Todas as análises foram realizadas no *software* MATLAB e consideram o intervalo de significância dos dados adotado, especificamente, para cada resultado.

A análise das séries temporais no domínio da frequência dos sinais foi feita com a aplicação da Transformada de Ondeletas (TO) em cada variável. O termo ondeleta pode ser entendido como um conjunto de funções com a forma de pequenas ondas geradas por processos de dilatação e translação de uma função chamada de ondeleta-mãe. A TO representa a quantidade de energia não-estacionária presentes nos diferentes níveis de frequência e apresenta como principal vantagem uma representação do tempo, conforme o sinal da frequência é decomposto (TORRENCE e COMPO, 1998). Assim, é possível se analisar o sinal de maneira contínua e identificar temporalmente as alterações do espectro.

A escolha da ondeleta-mãe é arbitrária, mas deve constituir características semelhantes à do sinal analisado. Apesar de a ondeleta contínua mais utilizada na análise de séries temporais de dados oceanográficos e atmosféricos ser a ondeleta complexa de *Morlet*,

este estudo optou pela ondeleta contínua *Derivative of Gaussian* (DOG), pois através de testes esta se mostrou mais adequada para identificar os pontos de maior variação de energia e determinar as oscilações presentes nas séries analisadas. Esta ondeleta consiste em uma função derivada definida pela expressão (TORRENCE e COMPO, 1998):

$$\frac{(-1)^{m+1}}{\sqrt{\Gamma(m+\frac{1}{2})}} \frac{d^m}{d\eta^m} (e^{-\eta^2/2}) \quad (3.5)$$

onde m é a ordem da derivada e η é um parâmetro de tempo adimensional.

3.2.2 Análise de Quocientes

A análise de quociente, ou curva de quocientes, é uma técnica de exploração de dados que pode ser utilizada para associar informações sobre a abundância de ovos de peixes, com alguma variável ambiental, tal como temperatura, salinidade ou profundidade (VAN DER LINGEN et al., 2001). Uma vantagem oferecida por essa técnica é o cálculo ser baseado no registro de ocorrências relativas, tanto sobre a abundância de ovos, quanto no número de observação de cada classe de variáveis ambientais definida, resultando em um quociente adimensional que possibilita uma análise padronizada das condições ambientais das áreas de desova e permite comparações entre estudos de caso (VAN DER LINGEN et al., 2005).

Contudo, é preciso considerar a abrangência espacial e temporal das informações de abundância de ovos e larvas na construção das curvas de quocientes, pois foi constatado que a distribuição desses dados dependendo da espécie apresenta uma alta variabilidade interanual, relacionada ao contexto biológico e oceanográfico das áreas de desova em questão (ANGÈLICO, 2005; CHEKLEY, 2005; CLARAMUNT e SERRA, 2005; GREEN-RUIZ, 2005; IBAIBARRIAGA et al. 2007; VAN DER LINGEN, 2005).

Segundo Deprau (2005) o cálculo das curvas de quocientes inicia-se com uma classificação das variáveis ambientais medidas *in situ*, de modo exploratório considerando o melhor arranjo possível dos dados. Em seguida, o mesmo procedimento de classificação é realizado com os dados de abundância de ovos, respeitando os limites

das categorias já definidas anteriormente. O valor do quociente é a razão entre a ocorrência relativa de ovos sobre a ocorrência relativa do número de observações ambos em uma mesma categoria, conforme a expressão abaixo:

$$Q_i = \frac{A_i / \sum_i A_i}{N_i / \sum_i N_i} \quad (3.6)$$

onde A_i e N_i correspondem, respectivamente, a abundância de ovos, e ao número de observações, ambos registradas na classe i .

É possível inferir desta curva que quocientes maiores do que 1 ($Q > 1$), revelem categorias em que existe uma maior tendência de ocorrer a presença de ovos, evidenciando quais condições ambientais existe preferência de ser habitat de desova. Na construção de todos os gráficos de quocientes, elaboradas por este trabalho, a abundância relativa dos ovos foi primeiramente transformada pela expressão $[\ln(\text{ovos}/m^2 + 1)]$ e com os quocientes sendo determinados sofreram uma padronização de seus valores divididos pelo desvio padrão de cada curva calculada.

3.2.3 Krigagem indicativa

A geoestatística procura extrair características estruturais de probabilidade de um fenômeno com distribuição no espaço, supondo que os valores das variáveis estão correlacionados espacialmente (LANDIM e STURARO, 2002). O cálculo das estimativas, dentro do contexto regido pelo fenômeno, utiliza como método básico o da krigagem. Trata-se de estimar as prováveis médias das variáveis interdependentes, a partir de valores adjacentes distribuídos no espaço, com a aplicação de uma função denominada de semivariograma. É basicamente feita para se determinar um valor médio em um local não amostrado.

A krigagem indicativa é uma técnica da geoestatística que utiliza a variável analisada transformada por uma função não linear $f(z) = 0$ ou 1 (JOURNEL, 1983). A aplicação da krigagem indicativa resulta em estimativas baseadas em valores que se situam acima

ou abaixo de um determinado nível de corte, a fim de se ajustar uma função de probabilidades acumulada para as estimativas espaciais. Neste caso, não existe a intenção de se determinar um valor médio discreto, mas sim definir a probabilidade de que um determinado evento ocorra. Como resultado, é possível se obter mapas que contém escalas definidas de 0 a 1, onde 1 significa a probabilidade da ocorrência estar acima do limite de corte estabelecido ser de 100%. O cálculo da krigagem indicativa inicia-se a partir de um nível de corte de uma distribuição acumulada gerada por um conjunto de dados amostrados. Os dados originais são separados, onde os valores que estão abaixo do nível de corte estipulado são transformados em zero (0) e os que estão acima em um (1):

$$i_j(v_c) = \begin{cases} 0 & \text{se } v_j \leq v_c \\ 1 & \text{se } v_j > v_c \end{cases} \quad (3.7)$$

onde v_c é o nível de corte e v_j é o valor observado. A nova matriz de dados então é utilizada para se estimar os semivariogramas indicativos pela seguinte função:

$$\gamma_i(h, v_c) = \frac{1}{2N_h} \sum_{i=1}^{N_h} [i(x+h, v_c) - i(x, v_c)]^2 \quad (3.8)$$

onde h é o deslocamento básico, v_c é o nível de corte e N é o número de pares. Os modelos variográficos correspondem ao ajuste dos mesmos em relação a curva do semivariograma. Esses modelos ponderam os valores estimados de acordo com a distância entre os indicadores e definem as funções de distribuição acumulada que permitem obter qualquer intervalo probabilístico de ocorrência dos dados. Dessa forma, a distribuição acumulada conduzirá a estimativas de valores de determinados locais que não foram amostrados, expressos:

$$F\left(v; \frac{v_c}{n}\right) = E\left[\frac{i(v; v_c)}{n}\right] \quad (3.9)$$

onde $i(v; v_c)$ é igual 0 se $v_i \leq v_c$.

Contudo a utilização de semivariogramas requer obrigatoriamente as suposições básicas: a) as diferenças entre pares de amostras são determinadas pela orientação espacial; b) a média e a diferença das variâncias das amostras responsáveis pelas estimativas dependem unicamente da orientação espacial; e c) os valores da área de interesse não apresentam tendência que afetam os resultados. Se existirem variações sistemáticas nos dados deve-se obter semivariogramas experimentais das amostras para diversas direções, recomenda-se que tenham abertura angular de 45° (Tolerância). Caso os resultados revelem à presença de anisotropia a modelagem necessita que a metodologia considere essa tendência.

A eficiência dos ajustes é obtida pela comparação entre a variância dos dados utilizados e a soma dos parâmetros efeito pepita (C_0) e soleira (C) calculado para o modelo variográfico em questão. E, finalmente, é primordial verificar também o grau de aleatoriedade dos dados, através da razão $E = C_0/C$ (GUERRA, 1988):

- $E < 0,15$: componente aleatória pequena;
- $0,15 < E < 0,30$: componente aleatória significativa;
- $E > 0,3$: componente aleatória muito significativa.

O fluxograma metodológico contendo as principais etapas descritas acima está representado a seguir na figura 3.7.

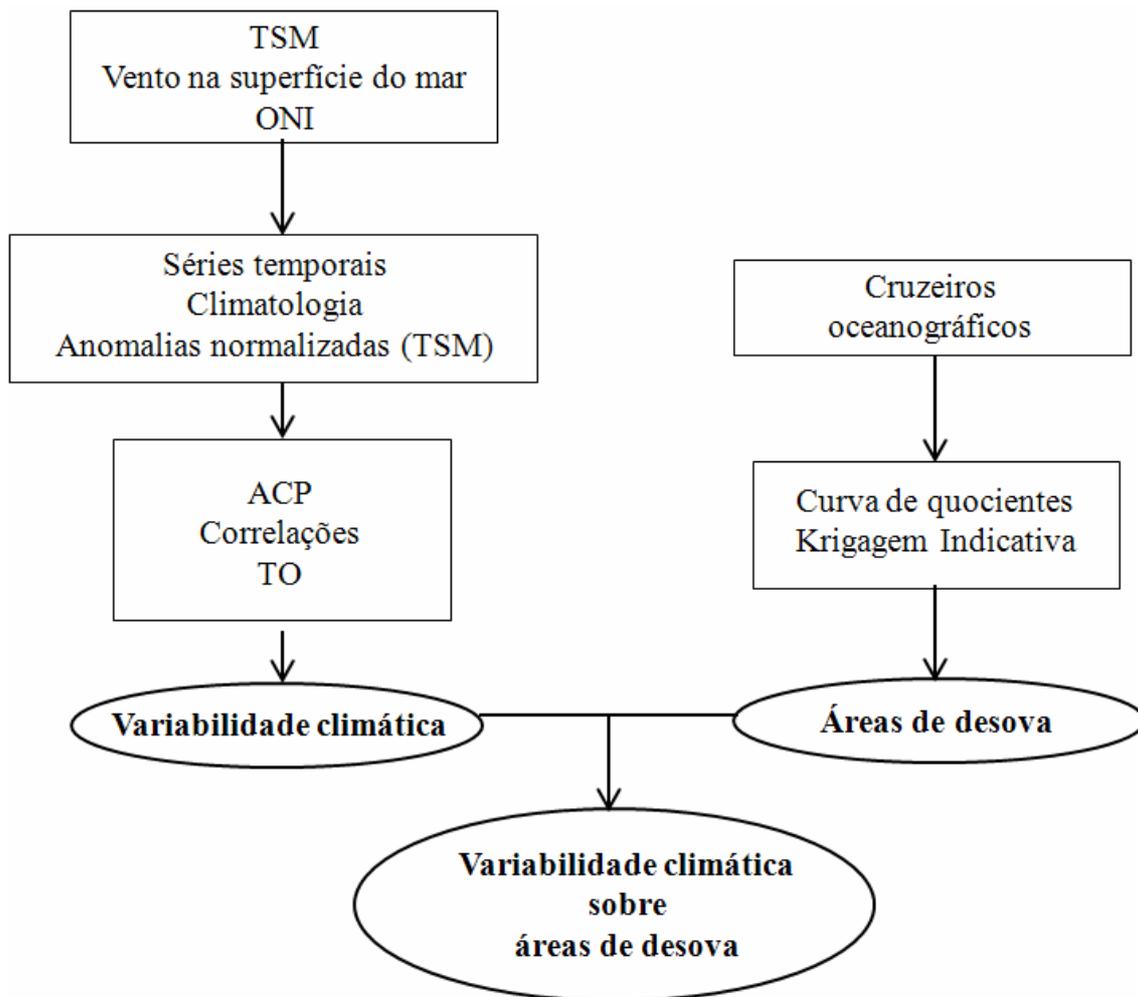


Figura 3.7 – Fluxograma metodológico.

4 RESULTADOS

4.1 Variabilidade interanual marinha

Os resultados a seguir objetivam demonstrar os principais padrões de variabilidade interanual marinha da área de estudo. Através das análises das séries de tempos se determinar os principais modos de variabilidade espaço-temporal e sua relação com as áreas e época da desova da sardinha.

4.1.1 Temperatura da superfície do mar

Uma primeira análise da variabilidade interanual da TSM abrangeu somente a época do ano com maior intensidade de desova da sardinha: os meses de novembro, dezembro e janeiro. Os campos climatológicos médios da TSM entre as latitudes 20 ° a 30 °S e longitudes 40 ° a 50 °W calculados para o período entre janeiro de 1985 e janeiro de 2008 estão apresentados na Figura 4.1.

Em novembro, a TSM variou em torno de 20 °C ao sul da área de estudo, chegando a 26 °C em janeiro na extremidade norte da área junto à quebra de plataforma próximo a 200 m de profundidade. A configuração dos campos de TSM acompanha principalmente a variação da radiação solar incidente ao longo do ano que proporciona o aquecimento/resfriamento sazonal (WAINER e TASCHETTO, 2006). Também existe uma forte assinatura termal de águas de origem tropical que estão associadas ao transporte realizado pela CB. A intensificação do transporte de águas tropicais, que ocorre no verão, tende a promover um aumento significativo da TSM sobre a região da plataforma (SINGNORINI et al., 1989; CAMPOS et al. 1999; LENTINI et al., 2000).

A variação interanual dos campos da TSM é apresentada no Apêndice A (Figura A.1), que contém as respectivas médias dos meses de novembro a janeiro agrupadas desde novembro de 1985 a janeiro de 2008. A influência de processos dinâmicos locais como o meandramento da CB, a intrusão de águas mais frias de altas latitudes ao sul, e a ressurgência costeira e de quebra da plataforma são bastante evidentes em feições da TSM registrada por toda a PCSE desde a região de Cabo Frio (22 °S) até o Cabo de Santa Marta Grande (28 ° 30' S)

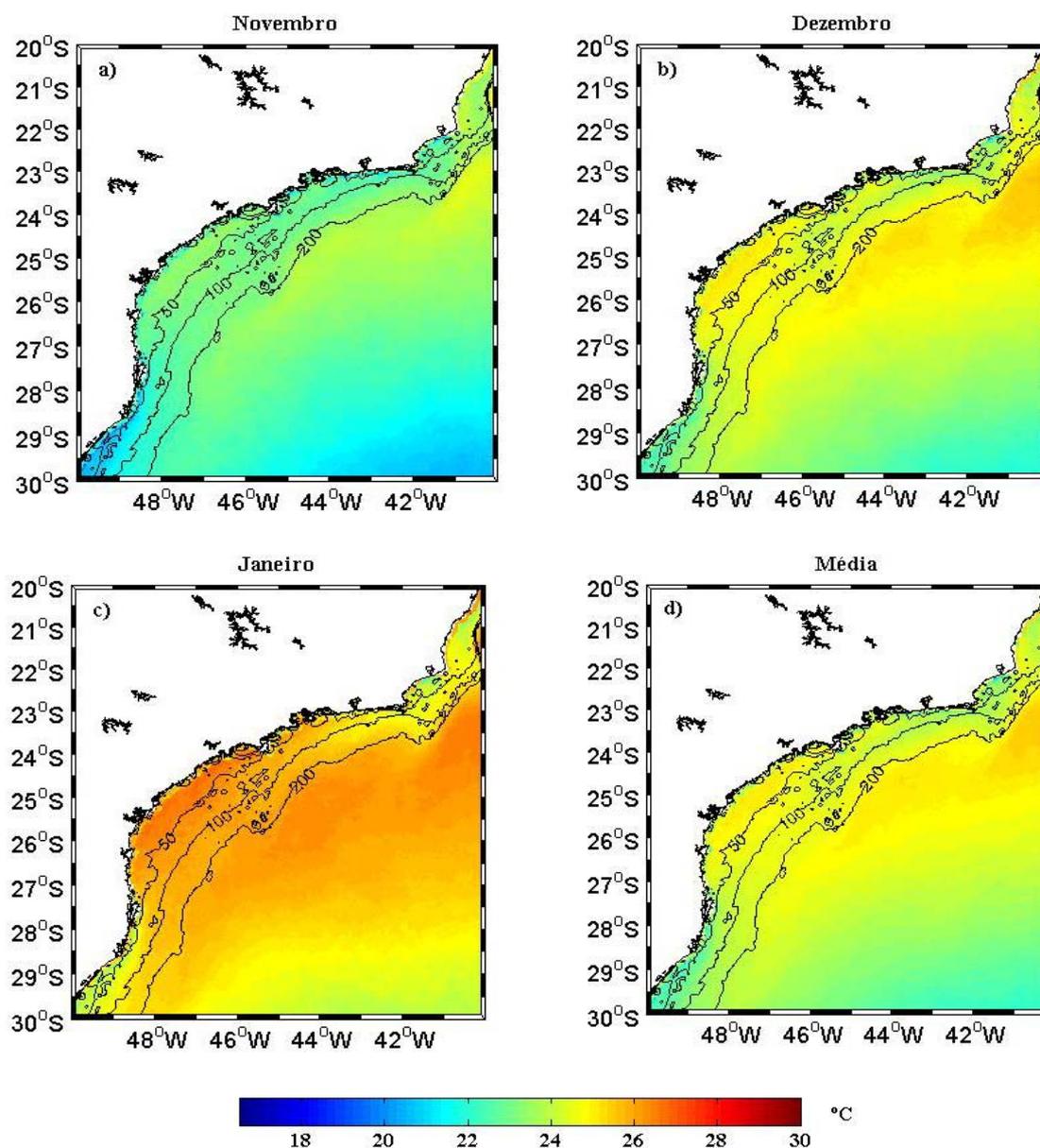


Figura 4.1- Climatologia da TSM para o período de 1985 a 2008: (a) novembro; (b) dezembro; (c) janeiro e (d) a média destes três meses. Linhas isobatimétricas em metros.

A partir dos dados originais de TSM foram extraídas as anomalias da TSM (ATSM). Isso é realizado calculando-se a diferença entre as climatologias trimestrais de cada ano e o valor médio do período (Figura 4.1d), normalizadas pelo desvio-padrão. Esses dados de ATSM (Figura A.2) foram os utilizados como entrada no cálculo de Análises de Componentes Principais (ACPs). Os gráficos resultantes dessas decomposições contêm as amplitudes de variação dos chamados *loadings* das Componentes Principais (CPs) que, quanto maior o módulo correspondente aos valores, maior é a amplitude de variação. Os sinais representam os domínios espaciais em fase (positivos) ou anti-fase (negativos) sobre a área de estudo.

Na análise de componentes principais, os quatro primeiros modos de variabilidade espacial explicaram cerca de 75% da variância total contida na série de ATSM e estão representados na figura 4.2. Os mapas resultantes da ACP foram utilizados para delimitar três subáreas de estudo, com dimensões aproximadas de 1 ° x 1 °, que procuraram representar os distintos padrões de variabilidade espacial da região da PCSE. A Tabela 4.1 contém a localização dessas três subáreas:

Tabela 4.1 Localização das subáreas de estudo e número de pixels (disponíveis para o posterior cálculo da média para as séries temporais).

Subárea	Longitude (°W)	Latitude (°S)	Nº pixels	Local
SB1	42,17 – 43,22	23 – 23,97	575	Rio de Janeiro
SB2	46,65 – 47,66	24,98 – 25,99	576	Paranaguá
SB3	47,66 – 48,62	27,97 – 28,98	552	Santa Marta

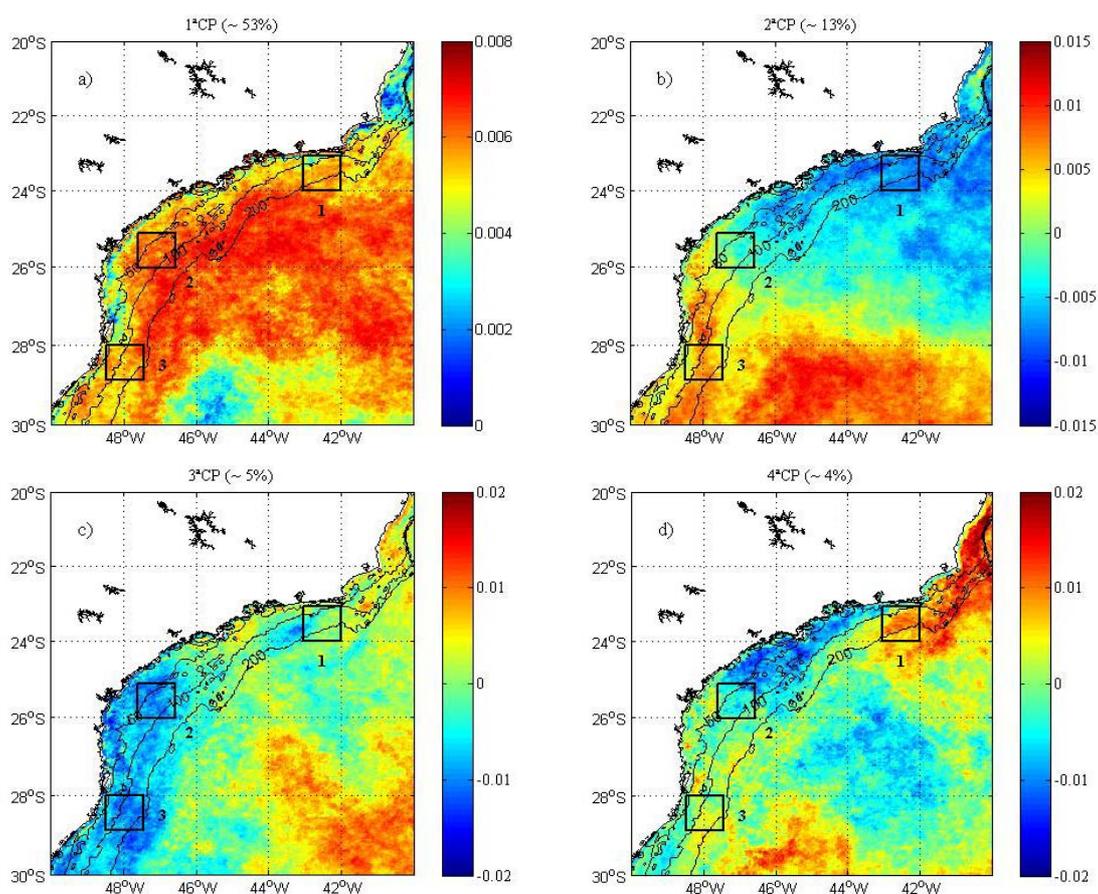


Figura 4.2 – Principais padrões de variabilidade espacial da anomalia normalizada da TSM para os meses de novembro a janeiro entre 1986 a 2008. 1ªCP, 2ªCP, 3ªCP, 4ªCP. Os três quadrados em negrito delimitam subáreas selecionadas para posterior análise.

O primeiro modo foi responsável por cerca de 53% da variância e apresentou amplitudes apenas com variações de sinal positivo, refletindo que as amplitudes do sinal de ATSM estão em fase em todo o domínio nesse primeiro modo. O segundo modo representa 13% da variância e está associado a um forte padrão latitudinal de variabilidade, com amplitudes negativas na porção sul e positivas na porção norte. Neste modo, é evidente um padrão de variabilidade das ATSMs que é, dominado por épocas com uma tendência de aquecimento ao sul, em oposição a uma tendência de resfriamento ao norte.

O terceiro e o quarto modos de variabilidade concentram, respectivamente, 5% e 4% da variância com ambos apresentando oscilações positivas e negativas, como no segundo modo. O padrão observado das amplitudes parece estar relacionado a diversos processos físicos que ocorrem na PCSE. No terceiro modo observam-se feições que se assemelham à intrusão de águas provenientes de altas latitudes em anti-fase ao padrão das áreas oceânicas. No quarto modo destacam-se áreas com maior intensificação do transporte de águas tropicais pela CB ao norte da plataforma e a presença de feições semelhantes a plumas sobre o interior da plataforma que poderiam estar associadas ao resfriamento das águas de plataforma.

As subáreas foram selecionadas com o propósito de analisar o regime completo das variações da TSM abrangendo agora todos os meses, de janeiro a dezembro, no período entre janeiro de 1985 e dezembro de 2007. A seguir encontram-se os resultados alcançados nessas análises. As médias climatológicas mensais da TSM para cada subárea representam um ciclo anual predominante, com as maiores temperaturas no período de verão entre os meses de janeiro, fevereiro e março e as menores no período de inverno nos meses de julho, agosto e setembro para todas as subáreas (Figura 4.3).

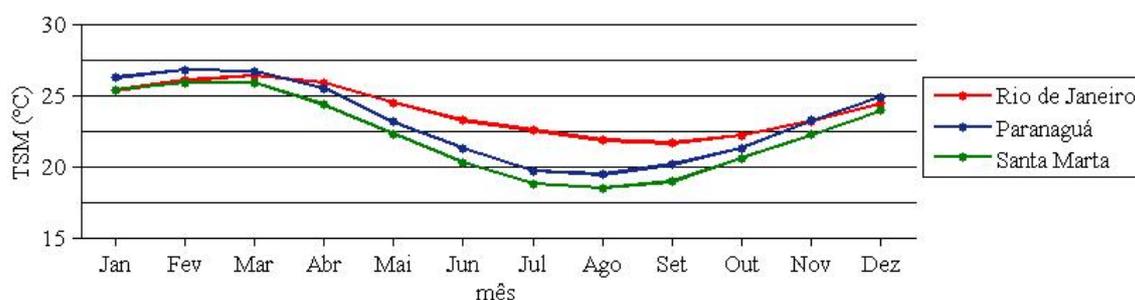


Figura 4.3 – Climatologia mensal da TSM nas 3 subáreas de estudo entre 1985 a 2008.

A maior diferença observada entre as subáreas é, como esperado, a amplitude térmica anual que variou ~ 4 °C (SB1) a ~ 7 °C (SB2 e SB3). A amplitude apresenta uma progressiva intensificação em direção ao sul, principalmente devido à amplitude da taxa de incidência da radiação solar registrada ao longo do ano que é maior ao sul.

A construção de gráficos sobre a variação sazonal-interanual com as médias mensais da TSM identificou no período estudado, os verões mais quentes e os invernos mais frios (Figura 4.4). Em termos gerais, o verão do ano de 2003 foi o mais quente, e o de 2000 o mais frio, coincidindo respectivamente com anos de ocorrência de *El Niño* e *La Niña*. O inverno mais quente foi registrado em 2005 e o mais frio ocorreu em 2000, ambos também coincidindo com eventos *El Niño* e *La Niña*, respectivamente. As diferenças mencionadas aqui, relacionadas somente ao período de verão, ficam bem evidentes nos mapas contendo os campos médios de TSM e ATSM de novembro a janeiro figuras A.1 e A.2 (Apêndice A).

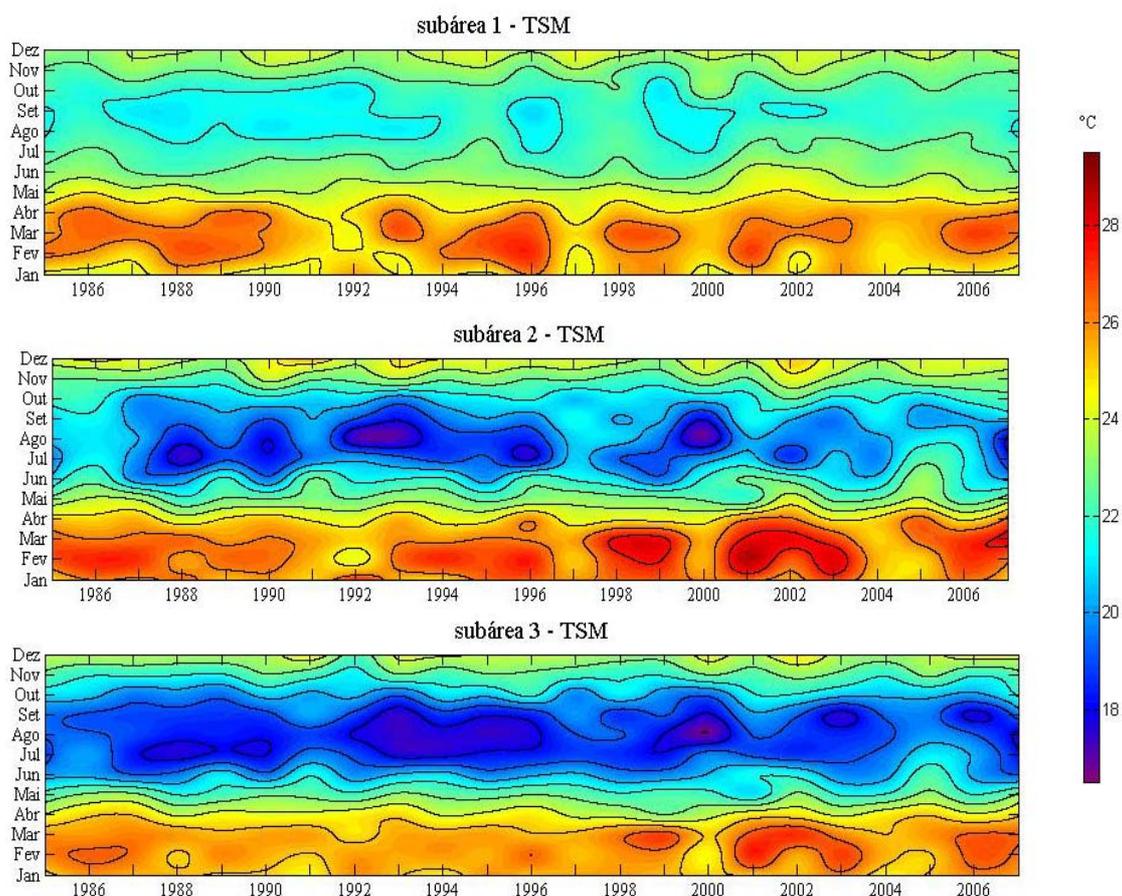


Figura 4.4 – Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais de TSM nas 3 subáreas de estudo selecionadas (SB1-RJ; SB2-Paranaguá; SB3-Santa Marta).

Os ciclos de oscilação presentes em cada série foram identificados por meio de análises de Transformada de Ondeletas (TO). Todos os resultados a seguir foram obtidos utilizando um filtro de média de 3 pontos nas séries para reduzir picos extremos nas séries originais promovendo uma melhor identificação dos principais ciclos (períodos) de oscilação.

Os espectros das ondeletas globais sobre os dados de TSM das 3 subáreas desse estudo estão representados na figura 4.5. Os valores de potência (energia) são adimensionais e estão em função dos períodos (em meses) representados em escala logarítmica. Os valores em nível de significância de 5% aparecem acima da linha vermelha pontilhada.

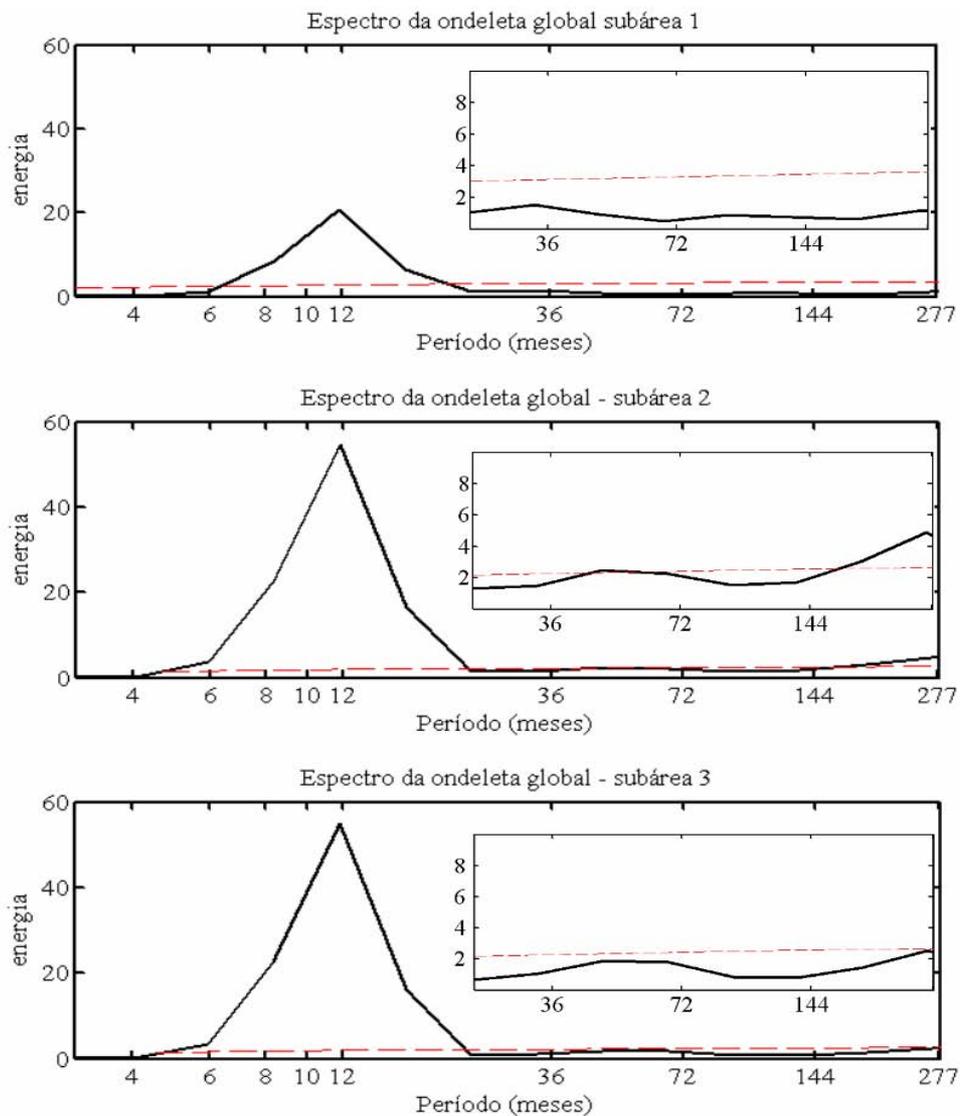


Figura 4.5 – Espectros da ondeleta local sobre a série de TSM registrada nas SB1,SB2 e SB3.Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

O principal período de variação dos espectros apresenta-se de maneira bastante semelhante nas 3 séries analisadas em torno de 12 meses, evidenciando o forte predomínio do ciclo anual. A diferença mais marcante é o valor máximo de potência, que na subárea 1 (aproximadamente igual a 20) é bem menor do que os registrados nas 2 e 3 (55) comprovando novamente a menor quantidade de energia presente na oscilação da TSM da subárea 1 mais ao norte da área de estudo na PCSE. Existem algumas outras variações fracamente significativas em torno de frequências mais baixas, entre 30 e 70 meses, e em 277 meses para a subárea 2.

A fim de se observar a variação dos espectros sem a influência do forte ciclo anual presente nas séries de TSM, foram analisadas também as séries de ATSM. Para a análise dos resultados optamos por demonstrar os espectros das ondeletas locais e globais de maneira conjunta. As figuras 4.6 a 4.8 contêm as séries de ATSM (sem a passagem do filtro) para as subáreas 1, 2 e 3, representada com os eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis). Os espectros de ondeletas vistos nas mesmas figuras também são representados com os meses sobre uma escala logarítmica. A barra de cores contém os valores de potência (adimensional). A linha amarela delimita o cone de influência, onde os valores a cima desta linha são desconsiderados. Os valores ao nível de significância de 5% são contornados por uma linha preta sólida.

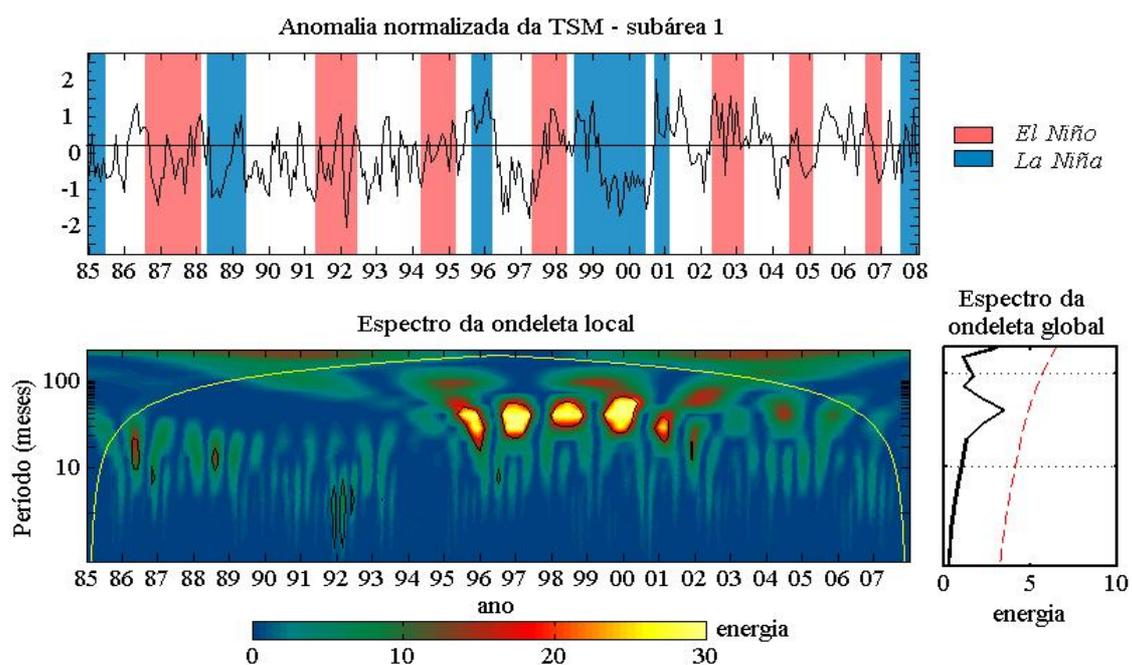


Figura 4.6 – Série temporal da ATSM e espectros das ondeletas para a subárea 1. Eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis). Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

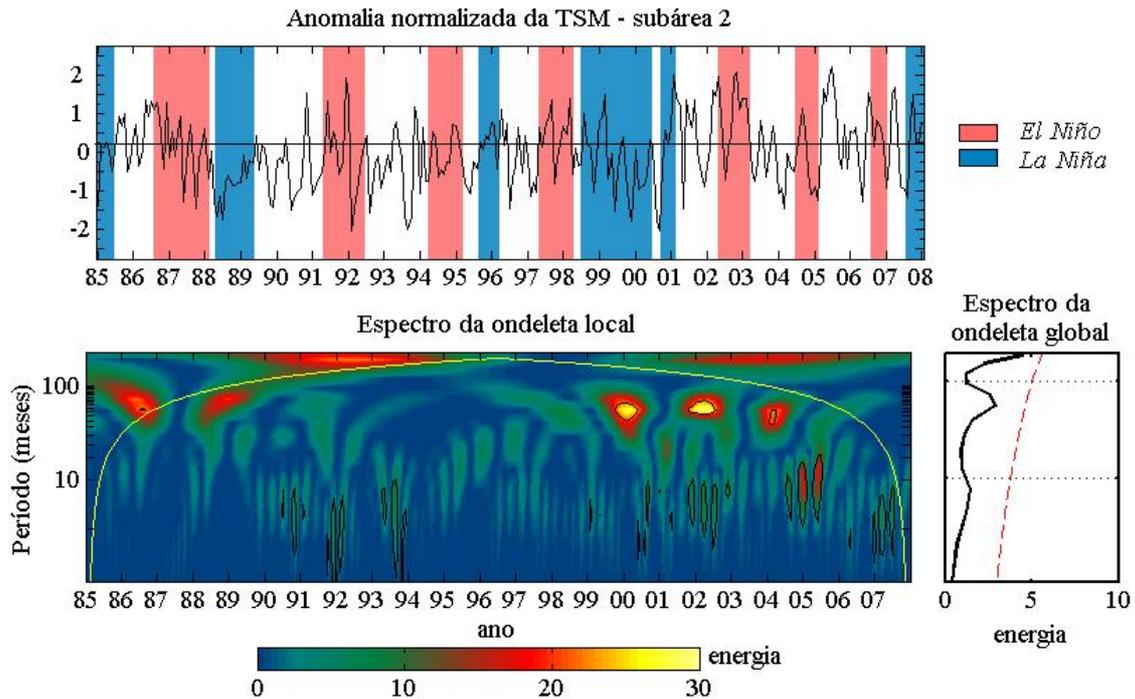


Figura 4.7 – Série temporal da ATSM e espectros das ondeletas para a subárea 2. Eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis). Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

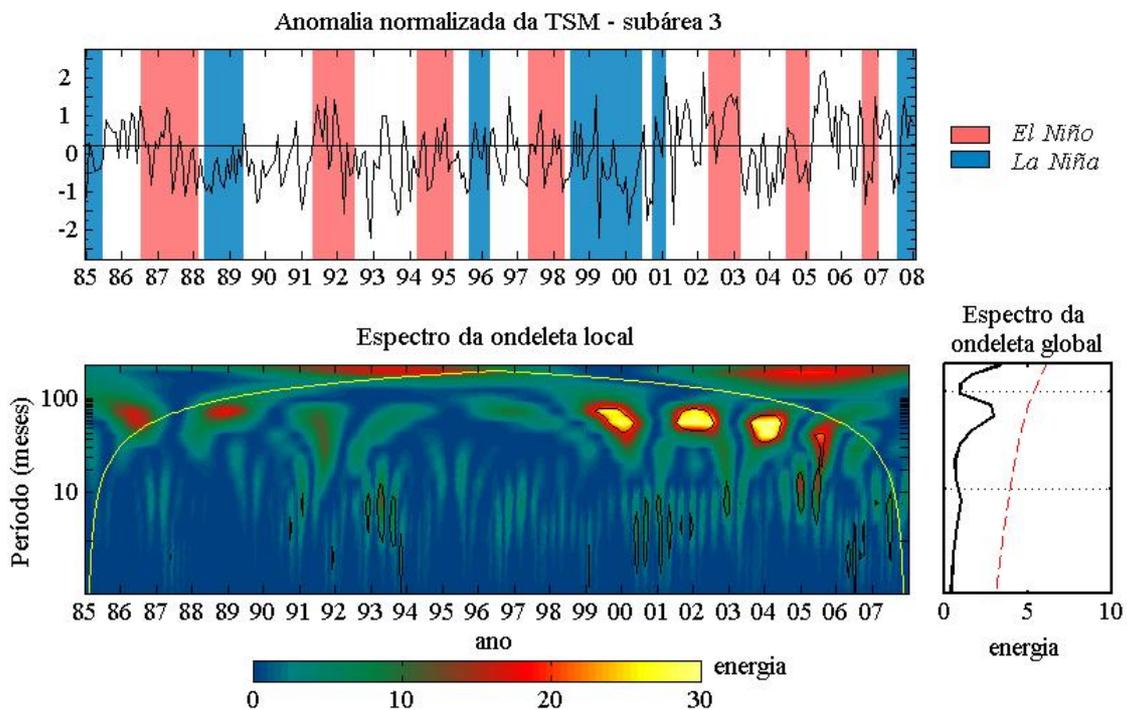


Figura 4.8 – Série temporal da ATSM e espectros das ondeletas para a subárea 3. Eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis). Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

Comparando os espectros das ondeletas nas 3 subáreas observa-se as séries têm as maiores energias sempre próximas a frequências entre 30 a 70 meses (1,25 a ~3 anos),

embora nenhum desses registros tenha sido significativo em termos de suas ondeletas globais. Contudo, esses sinais foram registrados pontualmente nos anos de 1995 a 2002 na subárea 1, e em entre 2000 e 2006 nas subáreas 2 e 3. Além disso, ocorreram alguns registrados significativos em períodos de frequência mais alta (menores do que 10 meses), demonstrando que possivelmente o cálculo da anomalia não retirou totalmente o sinal anual dominante das séries.

A análise de autocorrelação feita nas 3 subáreas destacou picos de correlação significativos, evidenciando ciclos de oscilação. Esses coeficientes de autocorrelação significativos para um intervalo de confiança de 95% corroboram os períodos de variabilidade com oscilações de frequência aproximada de 30 a 70 meses, determinados anteriormente pela análise de TOs (Figuras 4.9).

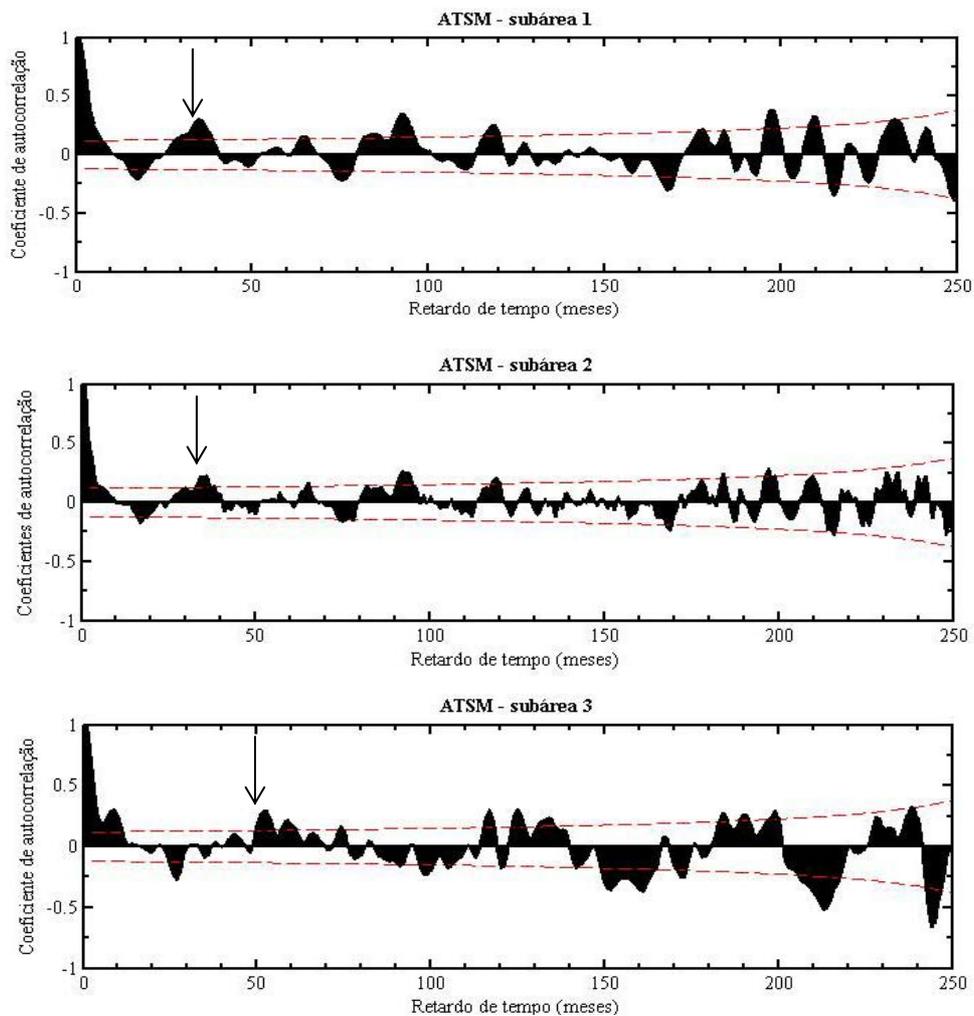


Figura 4.9 – Correlogramas das séries de ATSM para subárea 1, 2, 3. Linhas pontilhadas vermelhas representam o intervalo de confiança ($p=0,05$). Os primeiros ciclos são destacados pelas setas

A Figura 4.10 mostra a série de tempo do índice ONI (linha) mais os evento ENOS (faixas) e os *loadings* da 1ª CP de ATSM (barras) entre 1986 e 2008. Os eventos de *El Niño* e *La Niña* registrado para o período estão indicados pelas faixas vermelhas e azuis, respectivamente

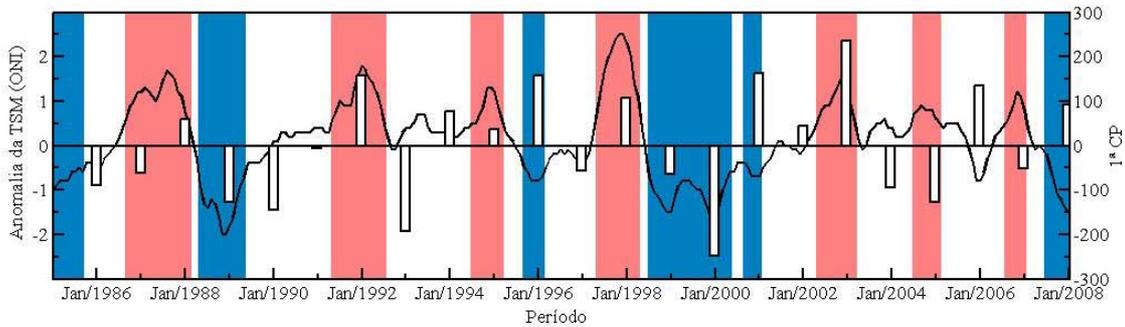


Figura 4.10 – Índice Oceânico do *El Niño* (linha) e *loadings* da 1ªCP sobre a ATSM (barras) entre 1985 a 2008. Eventos de *El Niño* e *La Niña* são indicados pelas faixas vermelhas e azuis, respectivamente.

A análise de correlação cruzada (Figura 4.11) demonstra que a variação interanual da ATSM apresenta relação significativa ($p = 0,05$) com o fenômeno da Oscilação Sul (ENOS) de maneira direta nas defasagens de tempo (*lag*) de 6, 7 e 8 meses. A primeira correlação significativa ($r = 0,46$) foi observada 7 meses após o sinal do ONI. Nota-se também uma significativa correlação negativa entre 60 e 70 meses.

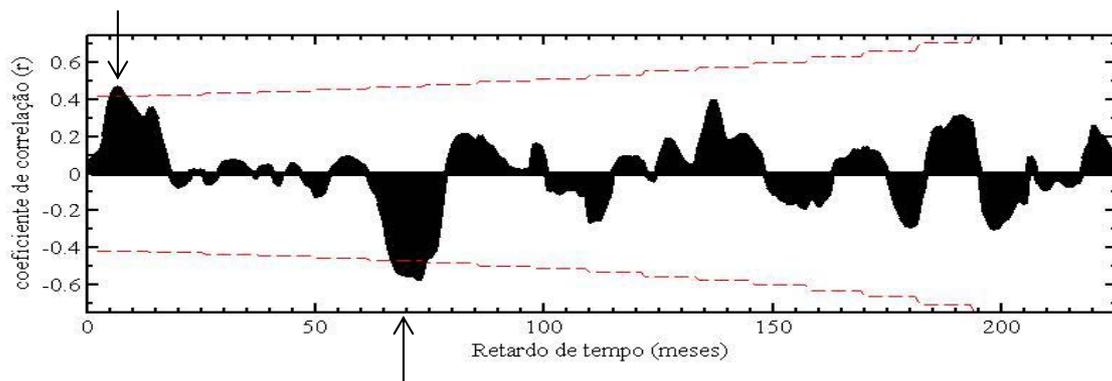


Figura 4.11 - Correlograma entre as séries após correlação cruzada. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p=0,05$).

4.1.2 Vento na superfície do mar

Os valores das componentes zonal (W^u) e meridional (W^v) do vento juntamente com sua resultante (magnitude e direção) (W) são apresentados com a seguinte padronização dos

sinais: os valores positivos em W^u correspondem a ventos provenientes de oeste e os valores negativos a ventos vindos de leste. Na componente W^v , os valores positivos correspondem a ventos de sul e os valores negativos a ventos de norte.

Os campos climatológicos sobre o vento entre as latitudes de 15 ° a 35 °S e longitudes 30 ° a 50 °W sobre s meses de novembro a janeiro (época da desova) e sua média são apresentados na Figura 4.12. Esses campos climatológicos conforme discutidos anteriormente, foram obtidos com dados entre 1988 e 2004. A resolução espacial dos dados do vento na superfície do mar não atinge a faixa mais adjacente à costa, impossibilitando sua visualização direta. De modo que a representação dos vento que sopram sobre a PCSE foi limitada, sendo observada de modo indireto basicamente sobre a influência dos campos de vento de entorno.

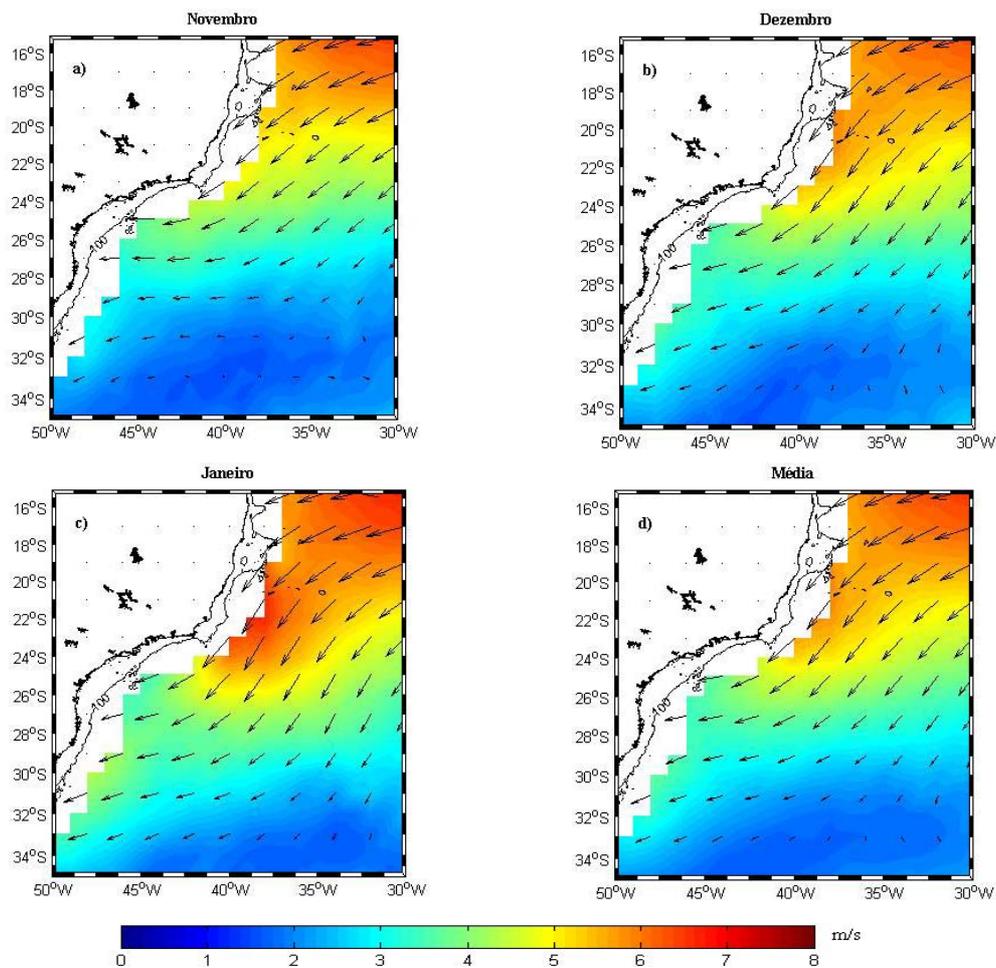


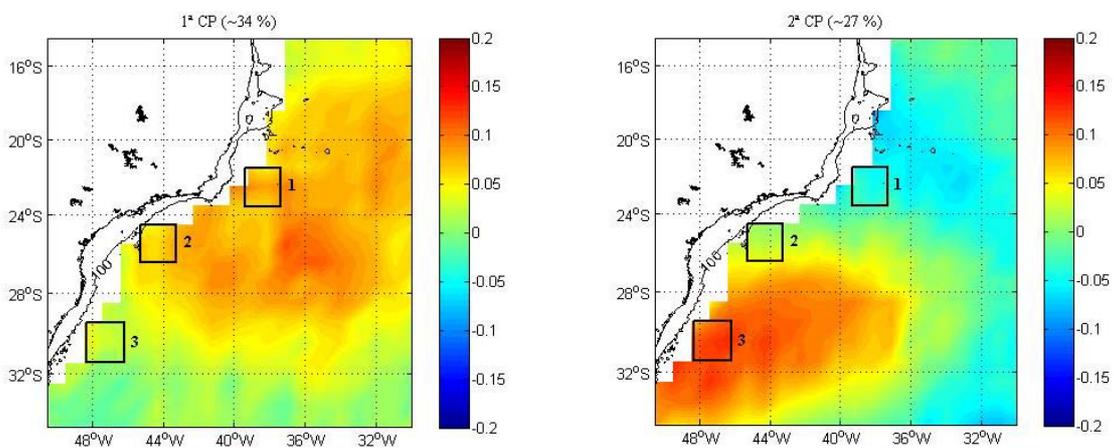
Figura 4.12 – Climatologia da resultante do vento na superfície do mar para o período de 1988 a 2004: (a) novembro; (b) dezembro; (c) janeiro e (d) a média dos três meses. Linhas isobatimétrica em metros.

O comportamento do vento é semelhante em todos esses meses, com ventos mais fracos ocorrendo ao sul da área de estudo, intensificando-se à medida que se aproximam da costa. Na parte NE da área ocorrem os maiores valores registrados, alcançando velocidades próximas a 6 m/s. A direção predominante é de NE-SW, sofrendo um leve deslocamento para leste à medida que avança para o sul da área de estudo. Os resultados encontrados indicam a situação àquela descrita por Wainer e Taschetto (2006).

A variação interanual demonstra uma pequena variação na magnitude e de direção dos campos sobre o período analisado, evidenciado no Apêndice B (Figura B.1). O cálculo da ACP para o conjunto de dados do vento utilizou como dados de entrada esses campos de magnitude resultante do vento. Os quatro primeiros modos de variabilidade espacial dos campos de ventos explicaram cerca de 78 % da variabilidade total encontrada na série (Figura 4.13). Os mapas contendo as amplitudes de variação também foram utilizados para delimitar três subáreas de estudo, com dimensões aproximadas de 1 ° x 1 °, seguindo o mesmo critério utilizado de separar regiões com modos de variabilidade espacial o mais distintos possíveis. A Tabela 4.2 contém a descrição das coordenadas geográficas utilizadas para selecionar essas três subáreas:

Tabela 4.2 – Coordenadas das subáreas de estudo e número de pixels disponíveis para o cálculo das médias das séries temporais do vento na superfície do mar.

Subárea	Longitude (°W)	Latitude (°S)	Nº pixels
SB1	38 – 39	22 – 23	4
SB2	44 – 45	25– 26	4
SB3	47– 48	30 – 31	4



(continua)

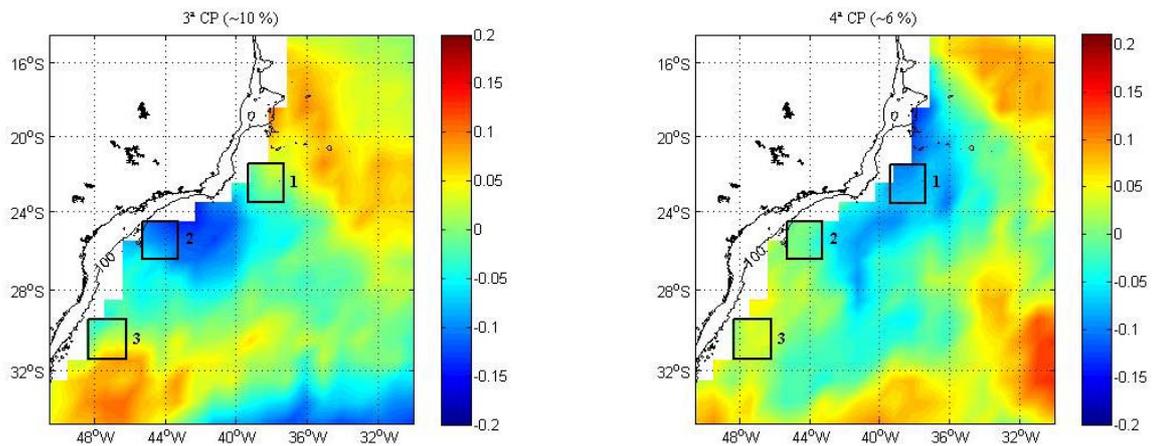


Figura 4.13 – Principais padrões de variabilidade espacial sobre o vento na superfície do mar para os meses de novembro a janeiro entre 1989 a 2004. 1ªCP, 2ªCP, 3ªCP, 4ªCP. Os três quadrados em negrito delimitam as subáreas de estudo selecionadas.

O primeiro modo de variabilidade (~34 % da variância) se relaciona com a distribuição média dos campos de vento sobre a área, demonstrando que a maior parte das amostras tem sua variabilidade em fase (valores positivos) no domínio espacial. O segundo modo (~27 % da variância) está associado principalmente à diferença encontrada entre as regiões norte e sul da área de estudo apresentando valores positivos e negativos, respectivamente. O terceiro (~10 % da variância) e quarto (~6 % da variância) modos, concentram a parte da variabilidade que está, provavelmente, relacionada a diferenças do regime do vento entre áreas mais próximas ao centro da área de estudo e seus extremos. As regiões que registraram uma diminuição de intensidade do vento ao longo dos anos (valores negativos) parecem sofrer uma influência do continente. O terceiro modo está relacionado a regiões interiores sobre a PCSE, enquanto que no quarto modo há certa semelhança com feições de ventos que podem gerar a ressurgência costeira.

As subáreas selecionadas também tiveram o propósito de servir como base para comparar regimes de variação do vento na região próxima a PCSE. Vale salientar que somente a subárea 2 corresponde a uma parte integrante da PCSE, as demais subáreas foram analisadas por estarem o mais próximo possível da PCSE de acordo com a resolução espacial original dos dados de vento disponíveis para este trabalho.

A Figura 4.14 demonstra os valores do ONI (linha) e os *loadings* da 1ª CP sobre a análise (barras) entre o período de 1988 a 2004, também associados à representação dos eventos de *El Niño/La Niña*.

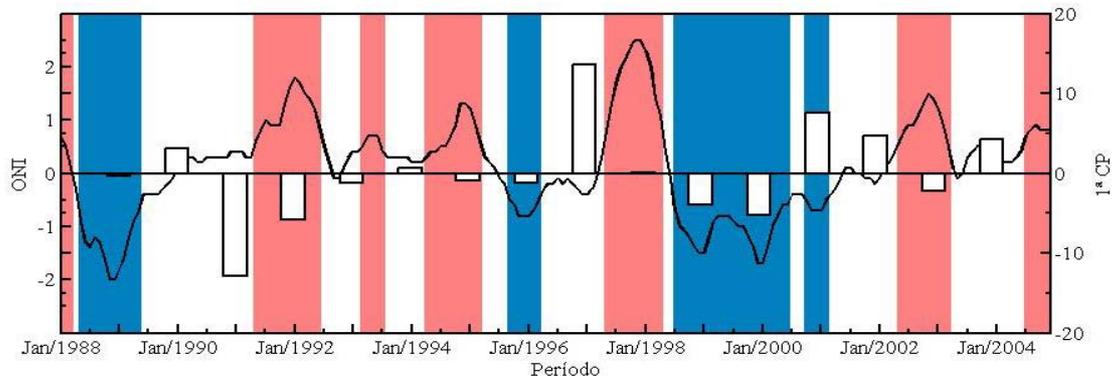


Figura 4.14 – Índice Oceânico do *El Niño* (linha) e *loadings* da 1ª CP sobre o vento na superfície do mar (barras) entre 1988 a 2004. Eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis).

A análise de correlação cruzada (Figura 4.15) revela que a variação interanual do vento na superfície do mar, sobre a época da desova de sardinha não apresenta relação significativa ($p = 0,05$) com o fenômeno da Oscilação Sul (ENOS), nem mesmo com algum retardo de tempo no período. As maiores correlações positivas foram registradas entre 20 meses ($r = 0,45$) e 110 meses ($r = 0,48$), contudo, novamente sem valores significativos estatisticamente.

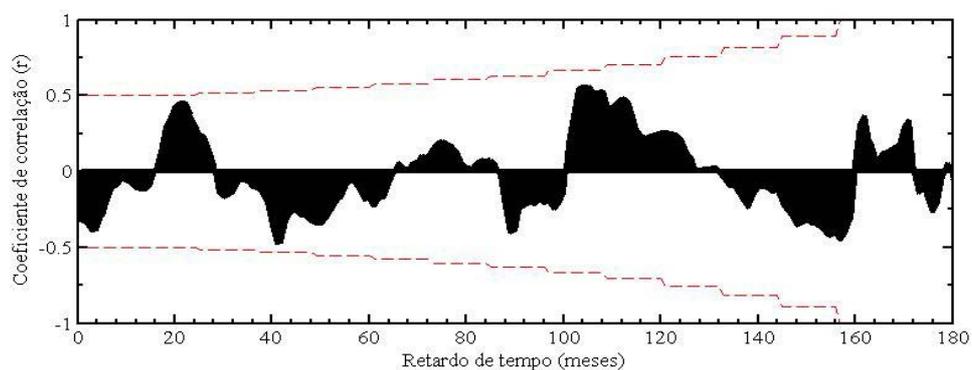


Figura 4.15 - Correlograma entre as séries dos *loadings* da 1ª CP do vento na superfície do mar e o ONI após correlação cruzada. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p=0,05$).

4.1.2.1 Componente zonal do vento (W^u)

A componente W^u foi determinada com base no cálculo da média mensal registrada para cada uma das 3 subáreas. Em termos gerais, os ventos são provenientes de leste com sua intensidade aumentando desde o sul para o norte da área de estudo (Figura 4.16). A maior amplitude de variação foi observada na subárea 3, onde os ventos chegam a inverter sua direção predominante, e soprar de oeste entre os meses de maio a julho. O valor máximo registrado foi de 1,5 m/s em junho, na subárea 3, e o mínimo foi em outubro de -4 m/s, nas subáreas 1 e 2. O deslocamento zonal dos ventos controla intimamente o fenômeno de ressurgência costeira que ocorre mais intensamente sobre a porção norte da área. Observa-se que o período de maior ocorrência de ressurgência costeira (setembro a fevereiro) corresponde justamente à época em que a magnitude desta componente atinge os maiores valores em módulo nas subáreas 1 e 2 (Franquitto; 2008).

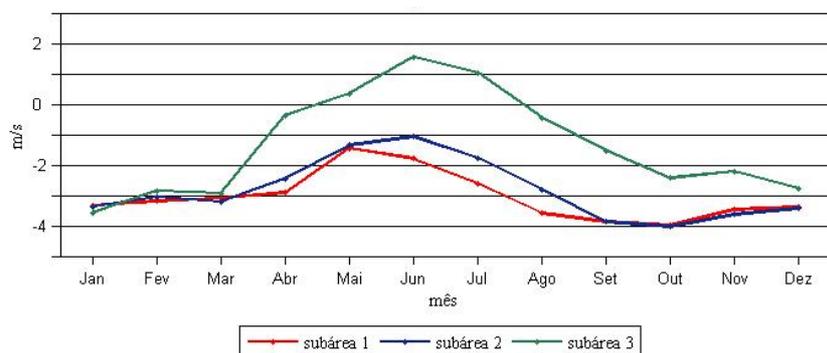


Figura 4.16 – Climatologia mensal da componente W^u nas subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004.

A construção dos gráficos sobre a variação sazonal-interanual evidencia tal regime descrito para a componente W^u . Os dados englobam a média mensal de todo o período entre janeiro de 1988 e dezembro de 2004. Existem diferenças entre as subáreas, com destaque sobre a subárea 3. Essa última subárea na maior parte dos anos, inverteu sua direção predominante (de leste) nos meses de inverno, passando a soprar de oeste. Em alguns casos W^u atingiu intensidades de aproximadamente 4 m/s, como observado nos meses de junho e julho de 1988, 1990, 1996 e 2000. Nas demais subáreas (1 e 2) o regime é bastante semelhante. Esse regime de vento força o transporte derivado do vento (Ekman) com conseqüentes movimentos de ascensão de águas mais profundas e frias nas épocas de verão e final da primavera (Figura 4.17).

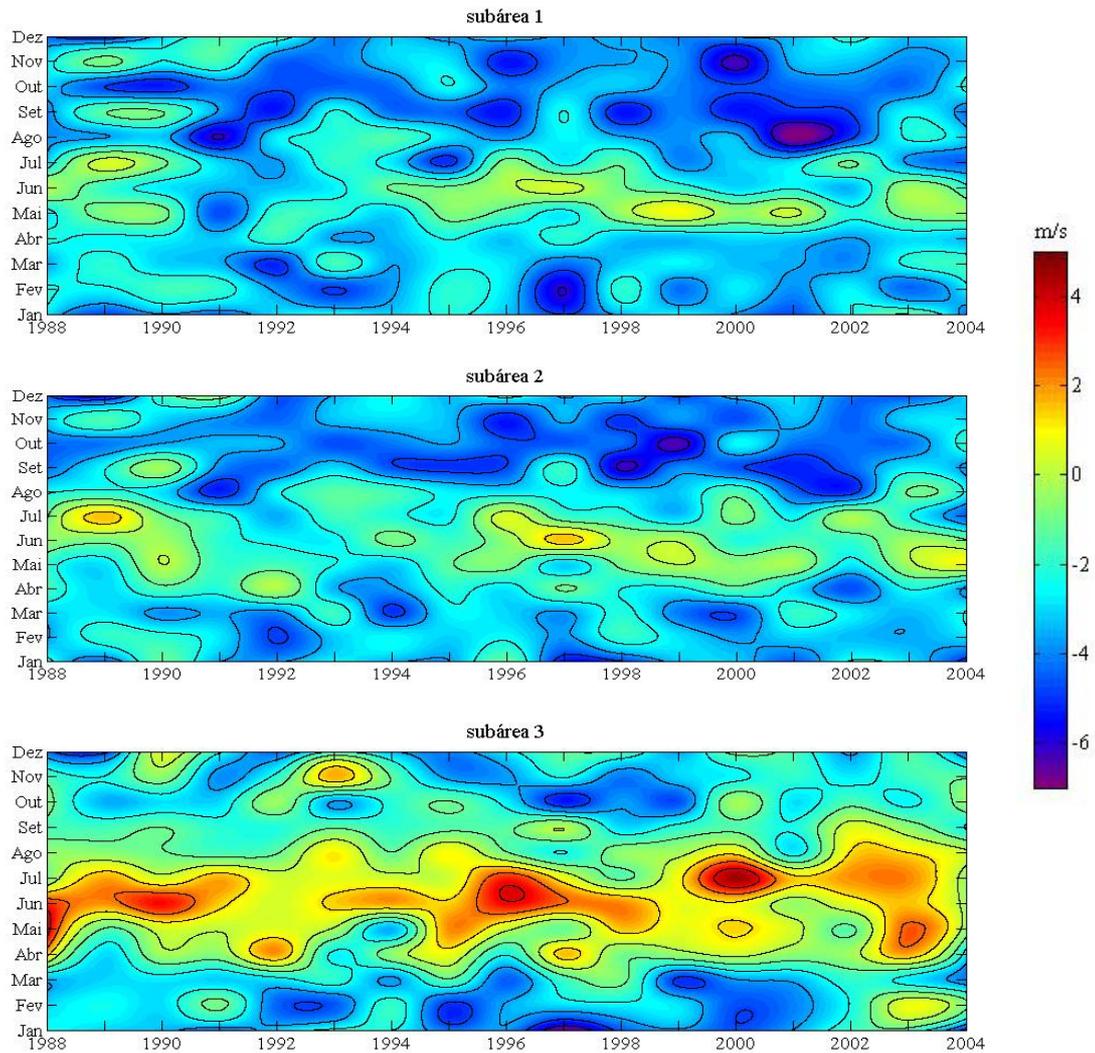


Figura 4.17 – Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da componente W^u nas 3 subáreas de estudo.

Os espectros das ondeletas destas séries também foram avaliados, para que se descrevam as principais oscilações presentes nos dados. Os resultados são apresentados de maneira semelhante que o foram para os dados de ATSM descritos anteriormente, a única diferença é que as séries originais (sem a passagem do filtro) utilizadas estão representadas no gráficos sobre a variação sazonal-interanual acima ao invés de serem observadas em conjunto com os gráficos de TOs.

A variação do espectro mostrou que os valores significativos ocorrem em sua maioria com a energia mais intensa centrada em períodos de 12 meses (Figura 4.18). Novamente, as diferenças já constatadas entre as subáreas, agora aparecem claramente definidas em relação a quantidade de energia presente, evidente sobre o eixo das ordenadas das ondeletas globais.

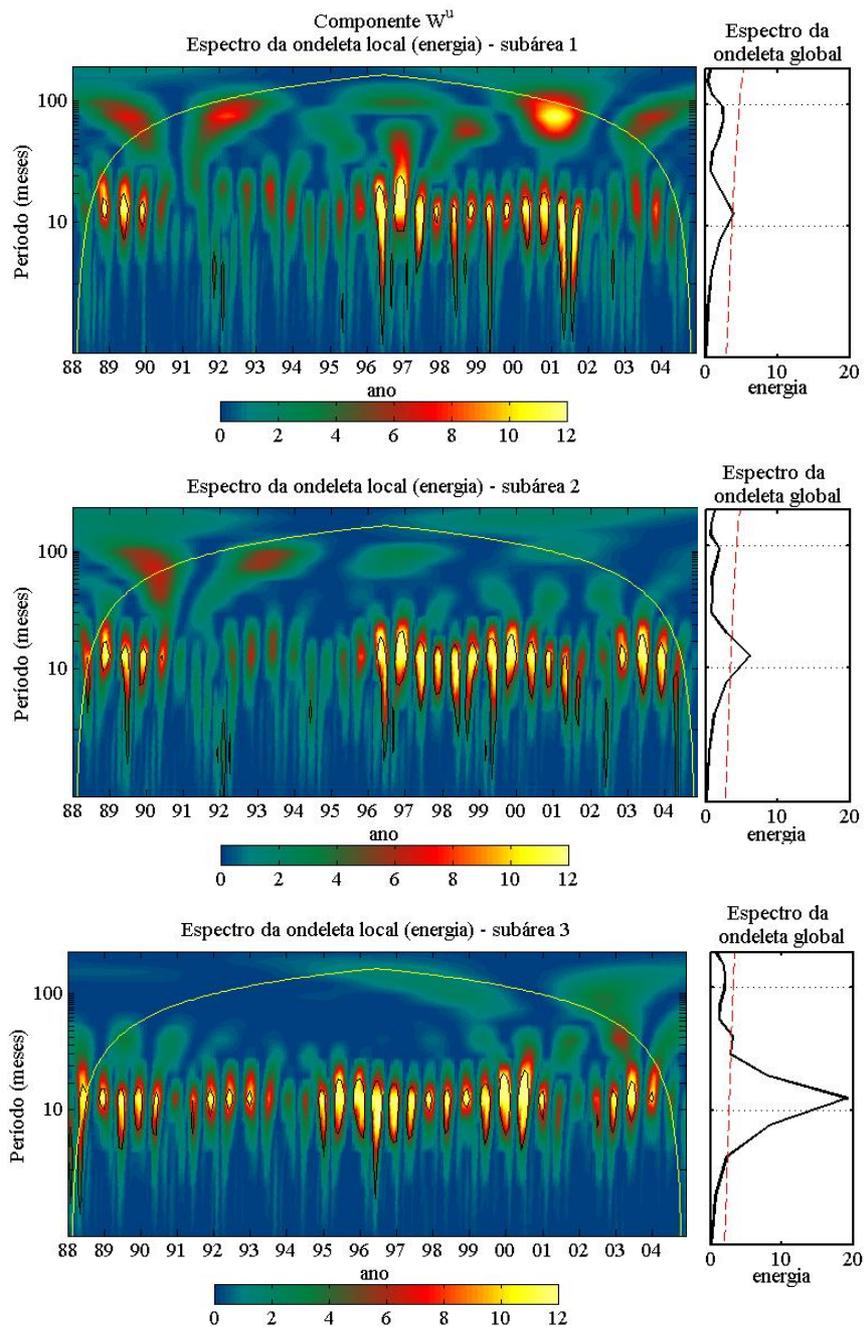


Figura 4.18 - Espectros das ondeletas sobre a componente W^u nas subárea 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

4.1.2.2 Componente meridional do vento (W^v)

A climatologia da componente W^v apresenta em sua maioria valores negativos ou próximos a zero, isto é, os ventos no eixo meridional são predominantemente de norte e com intensidade de fraca a moderada. As maiores intensidades em módulo do vento ocorreram durante os meses de janeiro (média de $-5,5$ m/s), fevereiro (-5 m/s) e dezembro (-4 m/s), todas registradas sobre a subárea 1 (Figura 4.19).

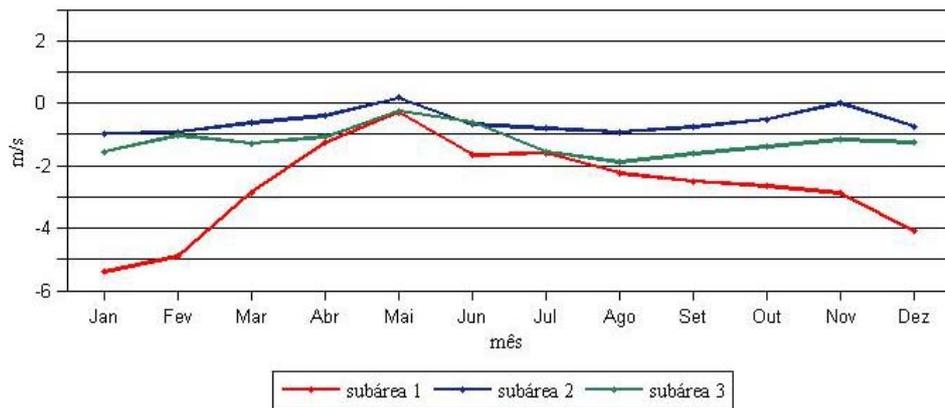


Figura 4.19 - Climatologia mensal da componente W^y nas 3 subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004.

A construção de gráficos sobre a variação sazonal-interanual comparando o regime dos ventos em sua componente meridional destaca as diferenças entre as 3 subáreas desse estudo (Figura 4.20).

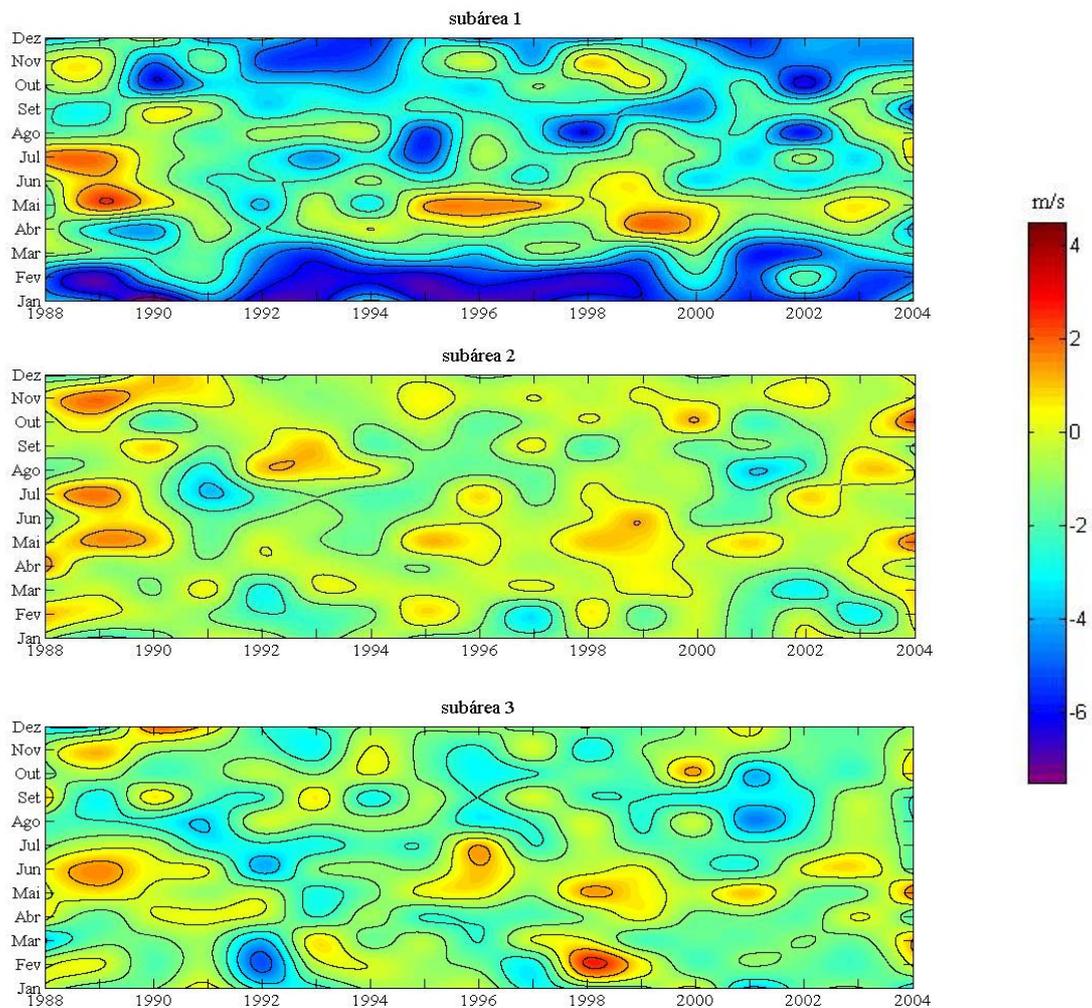


Figura 4.20 – Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da componente W^y nas 3 subáreas de estudo.

Na subárea 1 há uma maior amplitude de variação entre as estações, os ventos durante o verão, são predominantemente de norte e mais intensos, principalmente, de dezembro a março, atingindo até -6 m/s. No período de outono/inverno, entre abril a julho, a maioria dos valores são próximos de zero com baixa intensidade e de direção variável. Nas subáreas 2 e 3, os ventos se mantêm também praticamente com valores baixos praticamente durante o ano todo, sofrendo variações específicas em alguns casos. A figura 4.21 contém os espectros de potência das ondeletas sobre a componente W^v do vento, que demonstram valores significativos apenas para as oscilações observadas sobre a subárea 1.

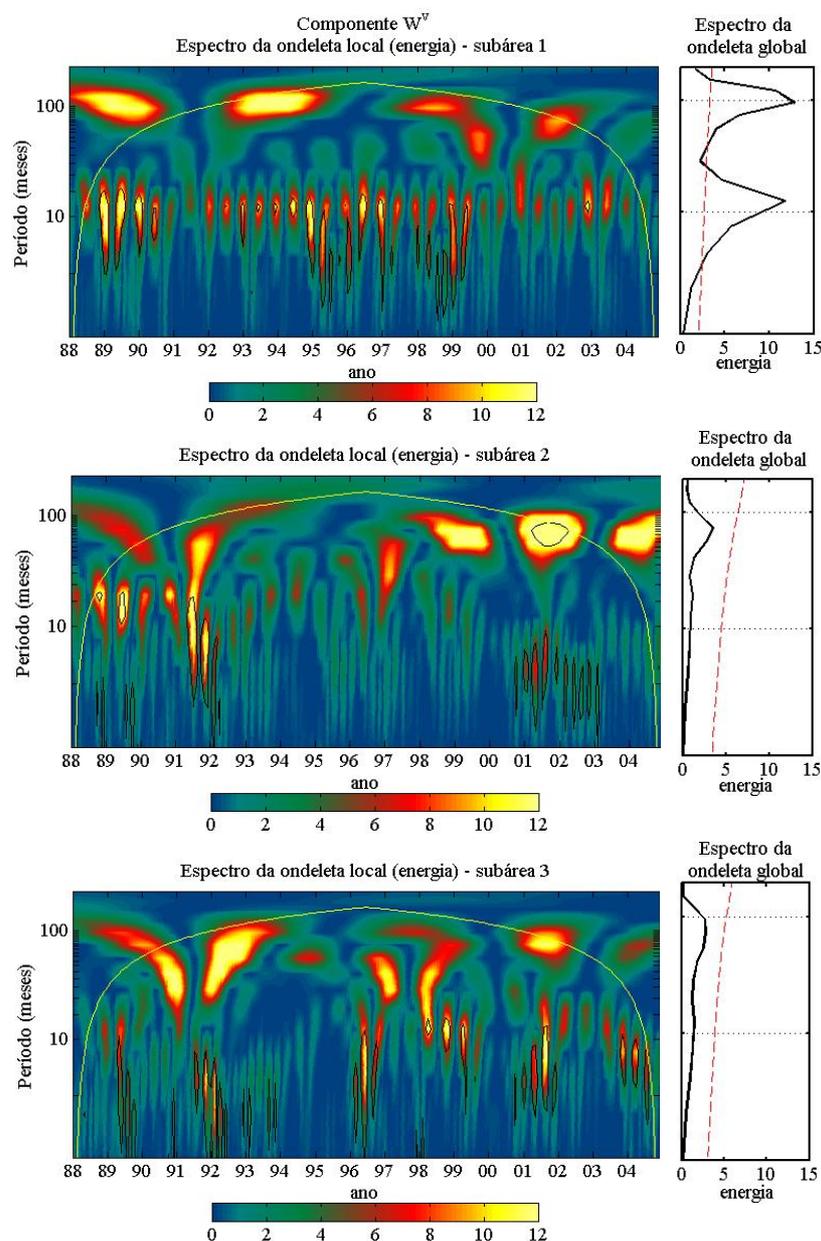


Figura 4.21 - Espectros da ondeleta local da componente W^v nas subáreas 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

Os dois períodos do espectro em evidência são as bandas de frequência em torno de 8 a 16 meses e 30 a 180 meses. As demais subáreas (2 e 3) apesar de não apresentarem variações significativas em termos do espectro global, registraram alguns valores significativos na ondeleta local para os anos de 2001 e 2002, em frequências menores que 12 meses (subáreas 2 e 3) e próximas a 100 meses (subárea 2).

4.1.2.3 Magnitude do vento (W)

A raiz quadrada da soma do quadrado das componentes W^u e W^v do vento corresponde a magnitude ou (intensidade) resultante (W) do vento. A climatologia da magnitude do vento demonstra que a maior intensidade dos ventos foi registrada no verão para as subáreas 1 e 3 (dezembro a fevereiro), e na primavera para a subárea 2 (setembro a novembro). A influência da componente W^v do vento aparece de forma mais evidente na sua contribuição para maior intensificação de W na subárea 1. Nessa subárea foram registrados picos de magnitude do vento nos meses de janeiro (6,5 m/s), fevereiro (6 m/s) e dezembro (5,5 m/s) (Figura 4.22).

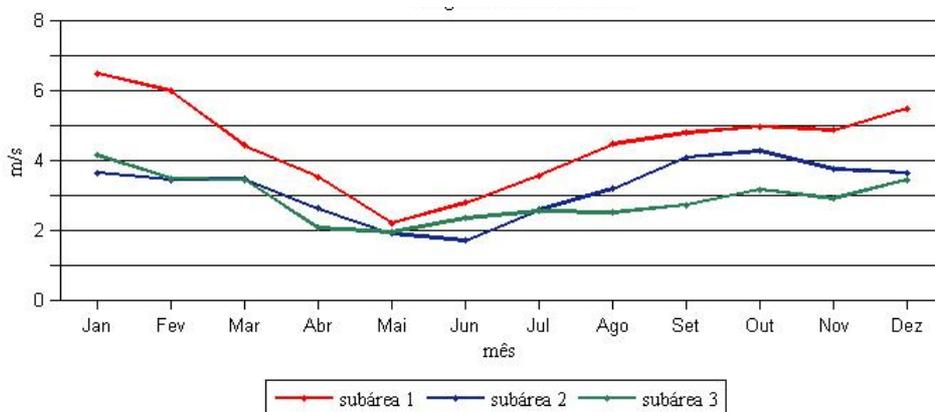


Figura 4.22 - Climatologia mensal da resultante W nas 3 subáreas de estudo para o período entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004.

Em conformidade com as análises anteriores, os gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries de W do vento sintetizam o que foi demonstrado sobre a variação dos campos de ventos na superfície do mar entre janeiro de 1988 a dezembro de 2004 (Figura 4.23).

A configuração dos campos de vento foi ditada principalmente pelo sinal negativo predominante em W^u e W^v , ocasionando o regime predominantemente de NE-SW. Os

maiores valores de magnitude ocorreram sobre a subárea 1, em sua maioria entre agosto a março, e intensidade variando de 6 m/s a 8 m/s. Nos meses entre abril e maio ocorreram ventos de menor intensidade entre (1 m/s a 3 m/s), também observados quase que na totalidade dos registros de W das outras subáreas (1 e 2).

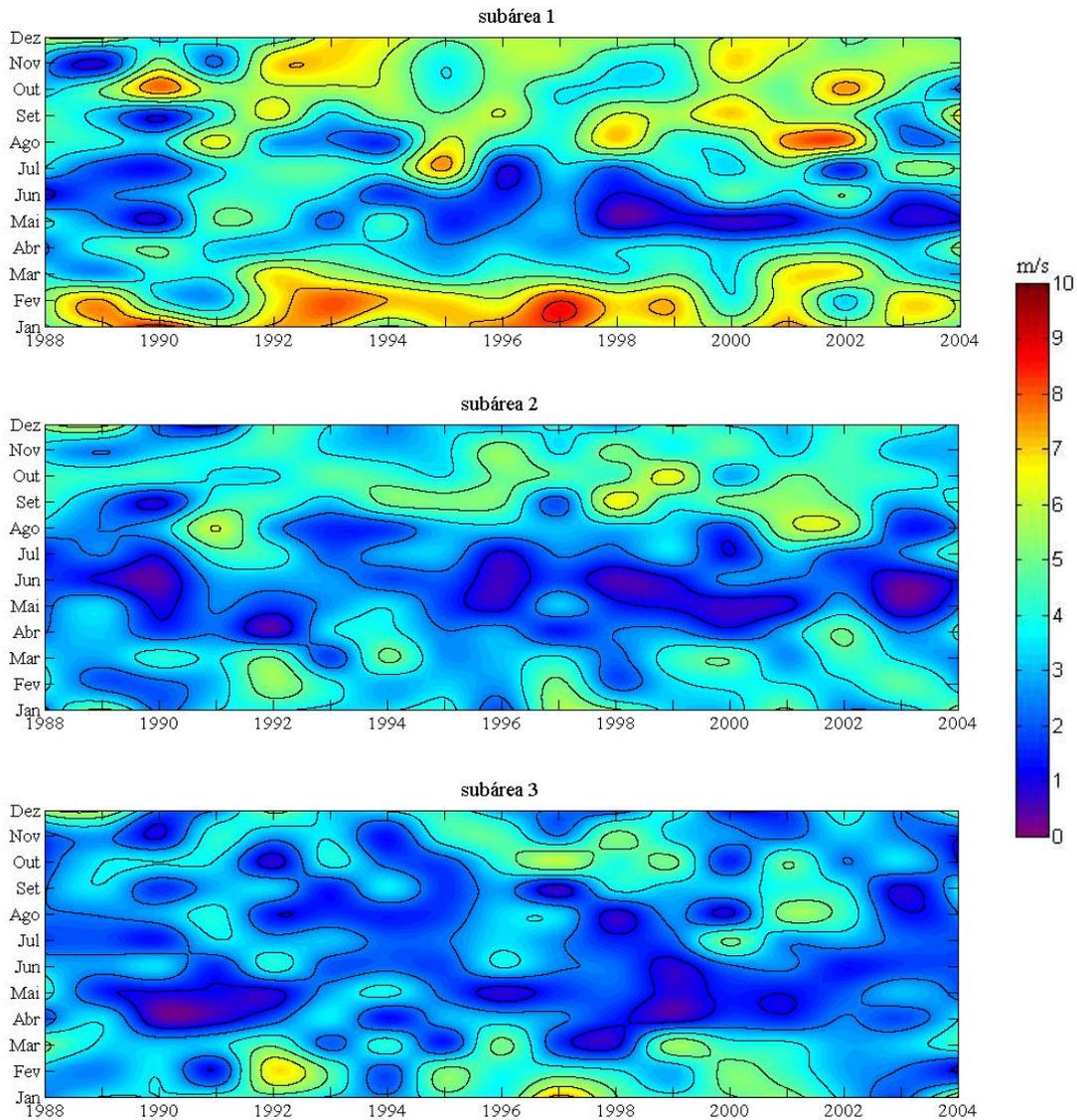


Figura 4.23 – Gráficos sobre a variação sazonal-interanual das séries temporais da resultante W nas 3 subáreas de estudo.

A variabilidade do espectro de ondefeta local do vento apresenta oscilações significativas em sua maioria em frequências centradas em 12 meses nas 3 subáreas, e também próximo a 100 meses na subárea 1 (Figura 4.24). As principais diferenças quando se comparam os campos de ventos são as oscilações de mais baixa frequência do espectro de potência e a maior quantidade de energia presente na subárea 1. essas diferenças são devidos as características de um regime de vento mais diferenciado.

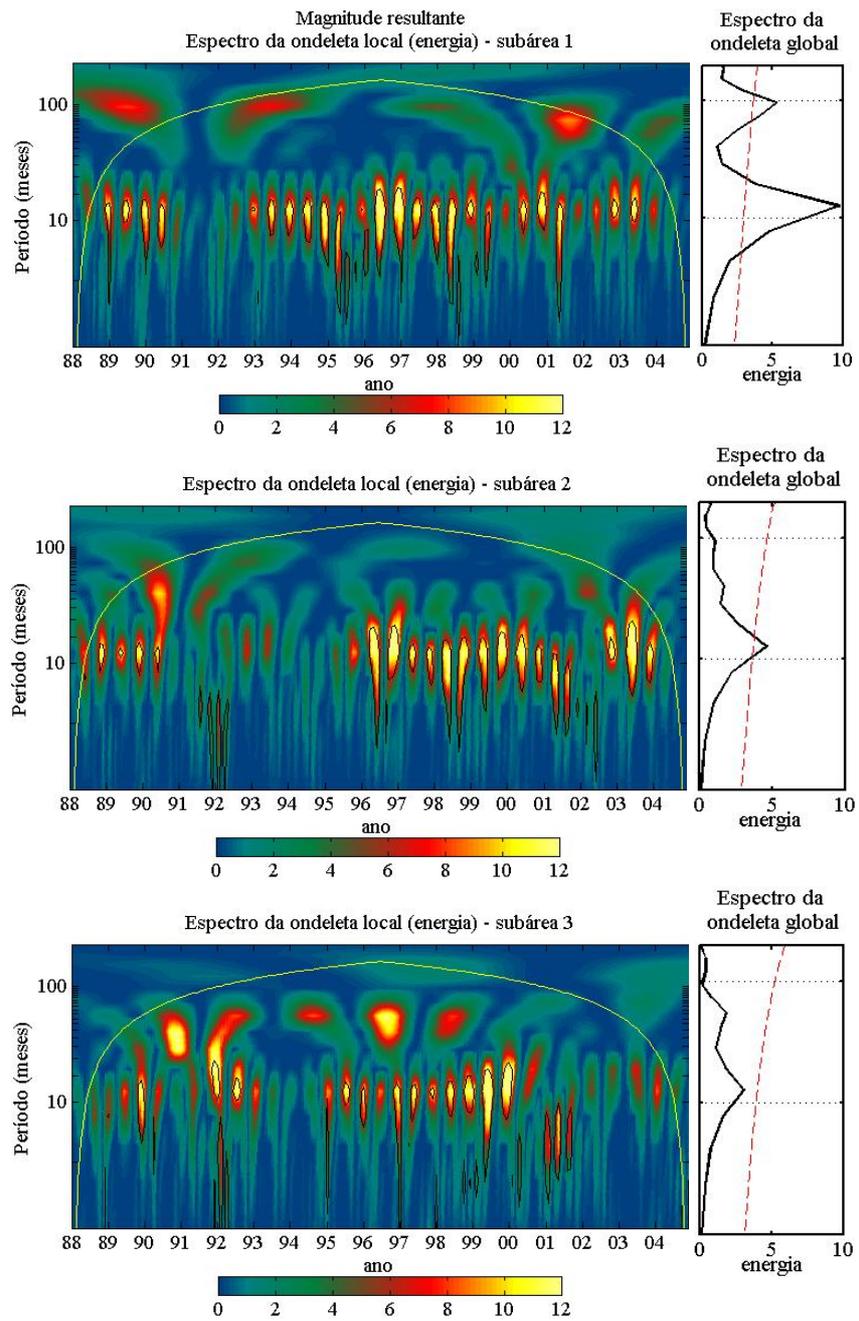


Figura 4.24 - Espectros da ondeleta local da resultante W nas subáreas 1, 2 e 3. Linha pontilhada vermelha representa o nível de significância ($p=0,05$).

4.2 Distribuição e abundância relativa dos ovos

O total de ovos de *S. brasiliensis* coletados nos 9 cruzeiros oceanográficos foi transportado para uma grade regular comum a todos os cruzeiros, com resolução espacial de 35 km por 35 km. A resolução espacial adotada foi devida ao menor intervalo entre as estações originais ter sido planejado em função de uma distância de 20 milhas náuticas entre as estações. O novo conjunto de amostragem corresponde a 150 estações distribuídas sobre a PCSE, e está representado na figura 4.25 com a abundância relativa de ovos somada em cada ponto de grade.

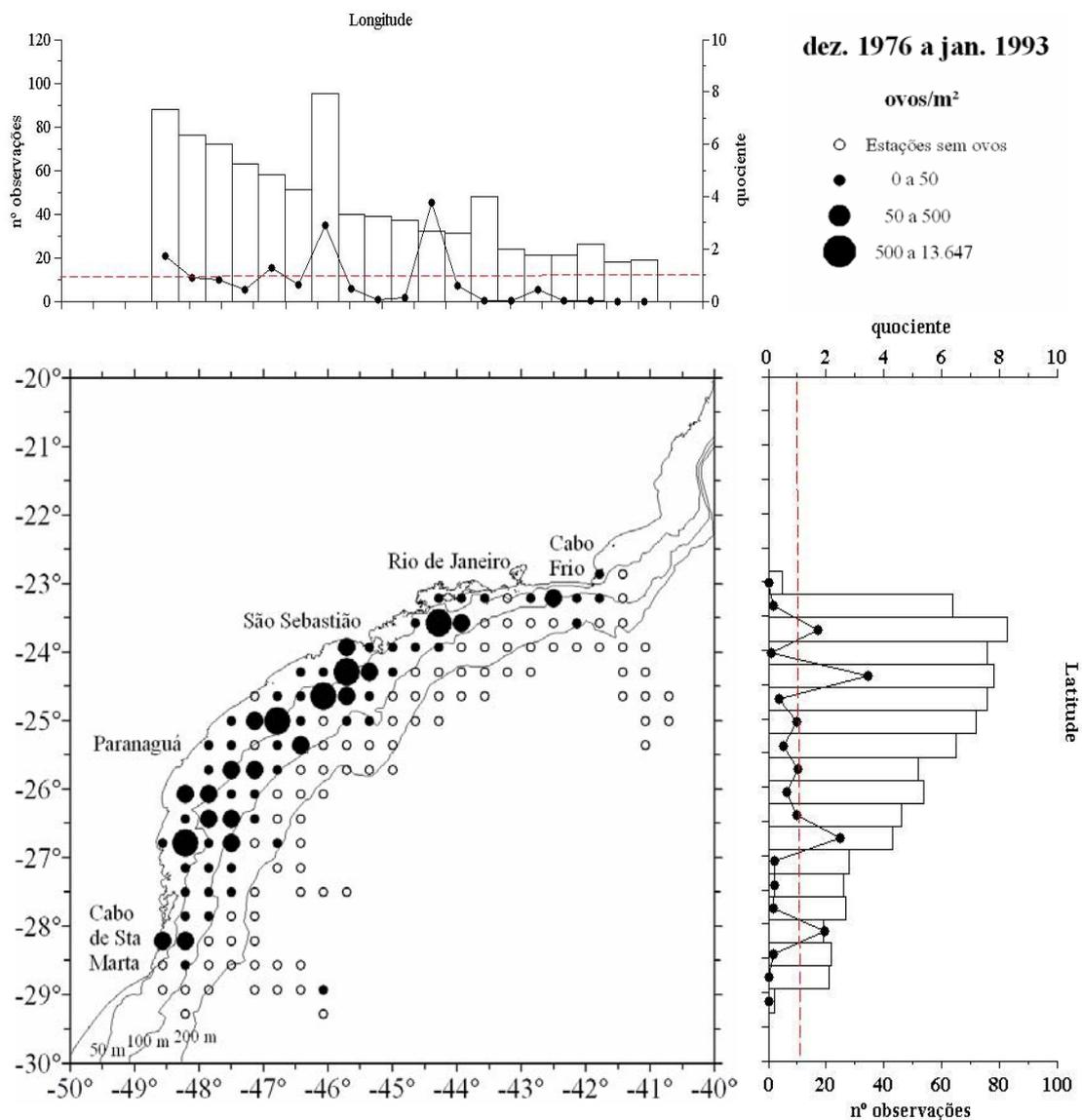


Figura 4.25 – Distribuição horizontal e abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* nas estações de coleta regularizadas para todos os cruzeiros oceanográficos somados entre 1976 a 1993.

A variação espacial dos locais de desova foi quantificada através de quocientes calculados em 19 classes de latitude e longitude, segundo a disposição da grade regular presente no eixo das abcissas. Nos eixos das ordenadas é possível identificar o número de observações dos histogramas, como também os quocientes de cada classe.

A distribuição dos ovos é essencialmente costeira e o formato geomorfológico da costa sudeste-sul do Brasil se aproxima de uma diagonal sobre a área de estudo. Devido a isso foi possível classificar as estações de acordo com a somatória de suas coordenadas geográficas, separando-as em um conjunto de variáveis que revela as principais áreas de desova tendo como referência áreas secção do litoral (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Coordenadas geográficas utilizadas como pontos de referência.

Latitude (°)	Longitude (°)	Somatória	Localidade
-28	-48,75	-76,75	Cabo de S. Marta Grande
-25.5	-48,25	-73,75	Paranaguá
-23.5	-45,75	-69,25	São Sebastião
-23	-43,75	-66,25	Rio de Janeiro
-23	-41,75	-64,75	Cabo Frio

Nota-se que a presença de ovos é quase que constante sob profundidades menores do que 100 m e os maiores focos de abundância de ovos (quocientes maiores do que 1) encontram-se predominantemente na região centro-sul da PCSE (Figura 4.26).

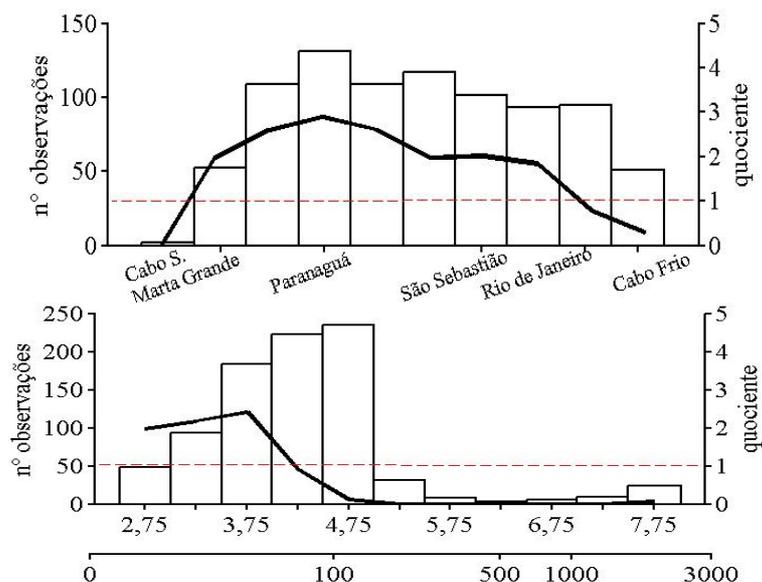


Figura 4.26 – Distribuição e abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* segundo a orientação da linha e a profundidade local em ln(metros) e metros.

A análise da distribuição acumulada nos registros dos ovos indica como melhor nível de corte (NC) a ser adotado para uma interpolação geoestatística de krigagem indicativa o valor de 30%, correspondente à abundância relativa de 4,5ovos/m². O critério para a seleção dos NCs foi a componente aleatória (E) menos significativa (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Teste dos diferentes NCs na construção dos modelos variográficos.

Nível de corte (NC)	Casualidade (E)	$\frac{Var(x)}{(C0+C)}$
≥10%	0,55	0,89
≥ 20%	0,61	0,89
≥ 30%*	0,53*	0,89*
≥ 40%	1,0	0,90
≥ 50%	1,10	0,90
≥ 60%	1,92	0,94
≥ 70%	1,72	0,92
≥ 80%	6,35	0,91

*NC selecionado para a construção do variograma experimental.

Uma análise preliminar sobre a superfície variográfica dos dados transformados pela função revelou que a menor tendência espacial encontrada sobre a variância possui uma orientação logicamente semelhante à costa de NE-SW (Figura 4.27). Dessa maneira, para corrigir a presença de anisotropia na variância dos dados, foram construídos diferentes variogramas experimentais sempre com orientação de direção e tolerância, em 45°.

Um modelo variográfico foi ajustado com parâmetros “efeito pepita” (C0), “alcance” e “soleira” (C) iguais a 0,084; 0,158 e 1,38 respectivamente. A sobreposição entre variograma experimental e modelo variográfico está contida na figura 4.28. Pressupõe-se no método de krigagem indicativa que a variância espacial dos dados, segue exclusivamente a relação expressa por este modelo. Através do qual é possível se estimar a probabilidade de presença de ovos em qualquer ponto da grade amostrada. A razão entre variância dos dados ($Var(x)$) e a soma dos parâmetros efeito pepita e soleira (C0+C) é utilizada para comprovar a eficiência do ajuste: quando mais próxima de 1, melhor foi o ajuste encontrado. Para o modelo selecionado encontrou-se 0,216 para $Var(x)$ e 0,242 para C0+C o que resultou em uma razão igual a 0,89.

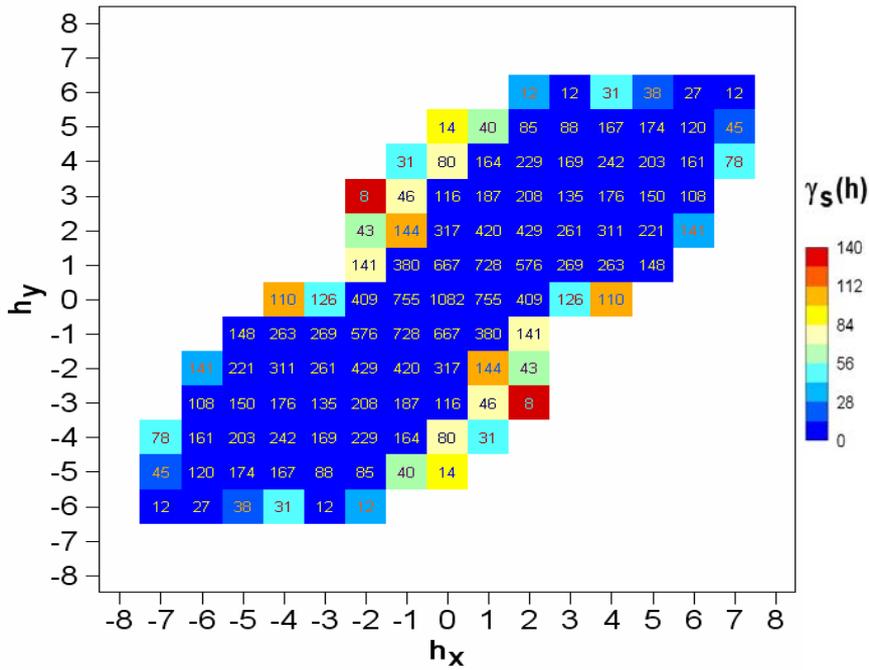


Figura 4.27 – Superfície variográfica sobre as estações coletadas em função da distância regular (h_y, h_x). A barra de cores representa a variância padronizada (γ_s) em relação ao ponto central (0,0) e o número no interior dos quadrados é a quantidade de pares envolvidos nos cálculos.

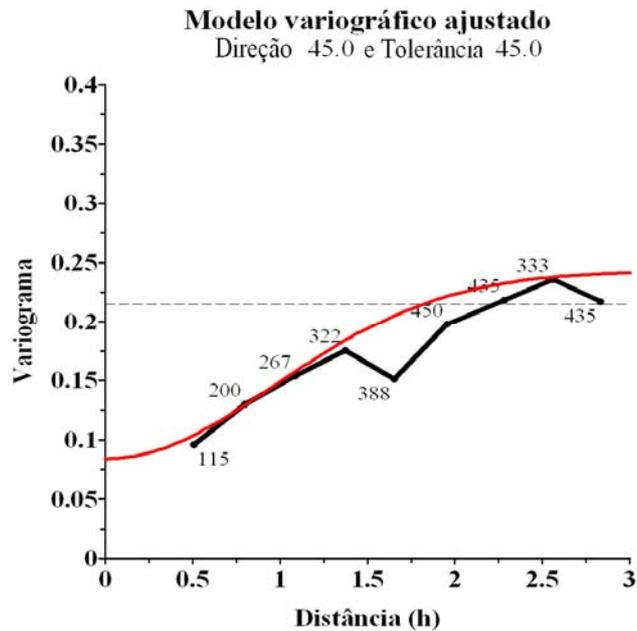


Figura 4.28 – Variograma experimental (linha preta) e modelo variográfico (linha vermelha) ajustado com um NC em 30% ou mais sobre as coletas de ovos. Os números representam a quantidade de pares incluída no cálculo dos pontos do modelo.

A figura 4.29 demonstra o produto final gerado pelo método de krigagem indicativa aplicado à grade regular dos dados de abundância relativa de ovos. Áreas de desova são

reveladas pelas maiores probabilidades de ocorrência de ovos, entre 75 e 100%. Áreas propícias a alguma ocorrência são apresentadas por uma probabilidade intermediária de ocorrência, de 50 a 75%, formando conexões entre as principais áreas registradas. E áreas com baixa ou nenhuma ocorrência de ovos são vistas por probabilidades menores do que 50% de presença de ovos. Assim, foi possível determinar as principais áreas de desova de *S. brasiliensis* referente a todos os dados recolhidos em campo.

Observaram-se quatro áreas com probabilidades elevadas de ocorrência de ovos, que de maneira geral podem ser delimitadas entre: Cabo de Santa Marta, Paranaguá, São Sebastião, Rio de Janeiro e Cabo Frio. As áreas de desova parecem acompanhar a isóbata de 100 m apresentando maior área em latitudes mais ao sul da área.

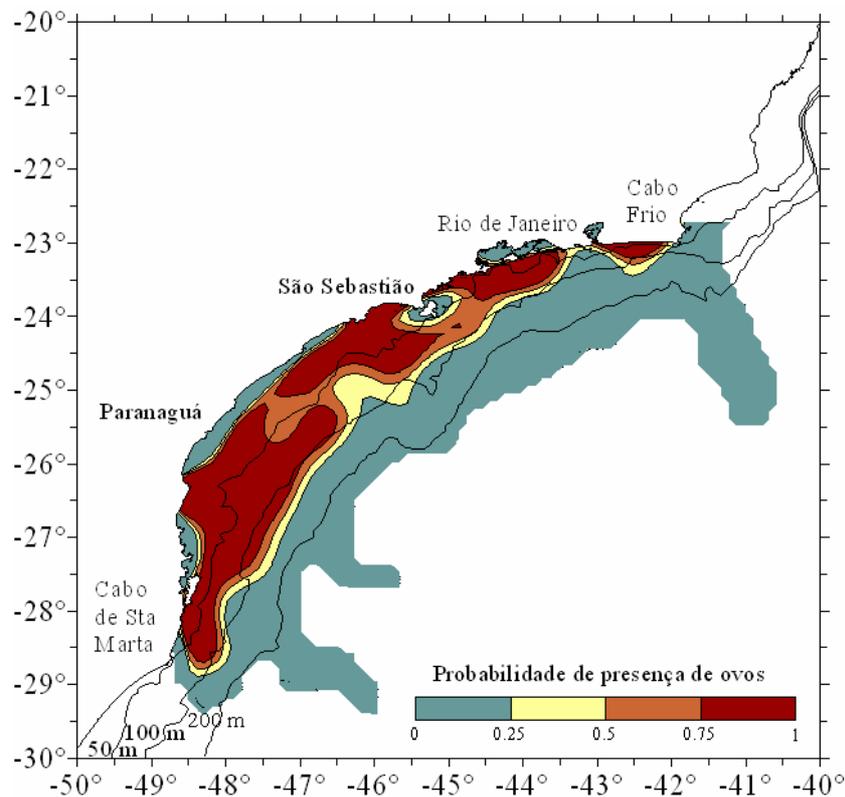


Figura 4.29 – Probabilidade de presença de ovos de *S. brasiliensis* na área das estações de coleta entre 1976 a 1993.

4.3 Caracterização das áreas de desova

A temperatura e salinidade da água do mar medidas em superfície e a 10 m de profundidade foram combinadas com os dados de ovos/m² para gerar diagramas T-S acompanhados de gráficos de quocientes. A caracterização das condições oceanográficas, em termo de temperatura e salinidade, partiu desse cenário de variáveis.

A figura 4.30 apresenta os principais resultados alcançados com a aplicação desses métodos com os dados das estações amostradas em superfície. As curvas de quociente são elaboradas de maneira semelhante aos casos anteriores, fornecendo uma medida relativa da abundância de ovos em cada classe de temperatura e salinidade. A presença ou ausência de ovos nas estações com pontos descritos nos diagramas T-S é determinada pelas cores vermelhas ou pretas respectivamente. A temperatura, medida em (°C), e salinidade relacionadas com o maior número de estações com registros de presença de ovos estão entre os intervalos de temperatura de 26 °C e 28 °C e salinidades entre 33 e 35. Contudo, houve registros bastante significativos (Q>1) em algumas estações acima e abaixo dos limites desses intervalos determinados.

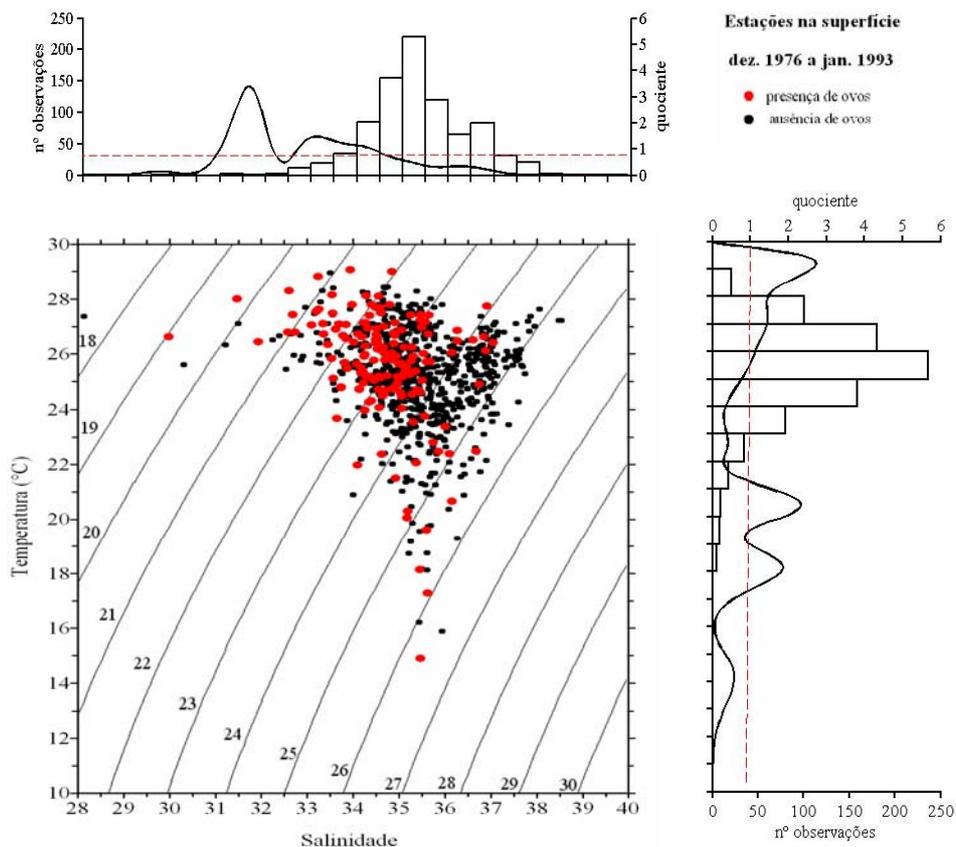


Figura 4.30 – Diagrama T-S e curvas de quociente na superfície entre 1976 a 1993.

Em relação às estações a 10 m, a presença dos ovos foi ainda mais confinada a salinidade entre 33 e 35 (Figura, 4.31). A representação das curvas de quocientes em conjunto com os diagramas T-S revela além das classes em que ocorreram as desovas, como foi essa interação com a estrutura termohalina da área de estudo descrita anteriormente. Considerando-se que no formato triangular da nuvem de pontos dos diagramas T-S, o seu vértice superior esquerdo representa a mistura da Água Costeira (AC) com a Água Subtropical de Plataforma (ASTP) e o seu vértice inferior a mistura da AC com a Água Subantártica de Plataforma (ASAP). A maioria das estações com presença de ovos ocorre em regiões de mistura intermediária entre a influência da ASTP e a ASAP sobre a AC. À 10 m também é evidente como a influencia da ASAP sobre a AC aumenta num número maior de estações.

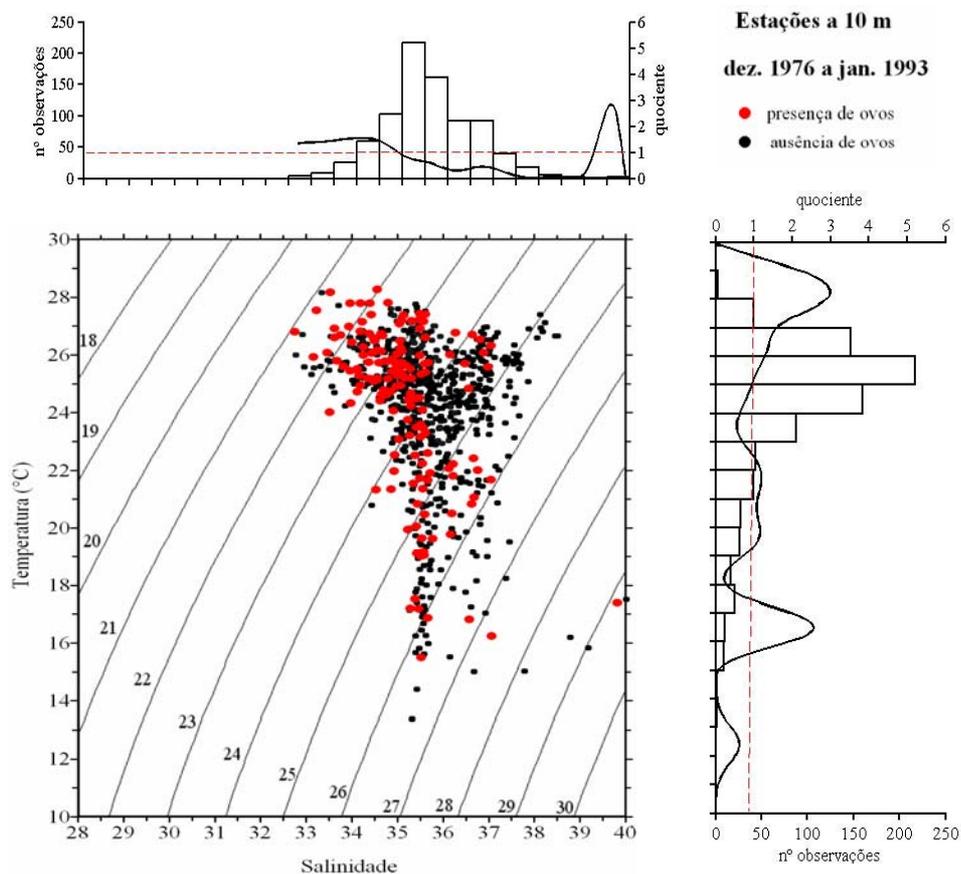


Figura 4.31 – Diagrama T-S e curvas de quociente a 10 metros de profundidade entre 1976 a 1993.

4.4 Relação entre a variabilidade interanual marinha e desova da sardinha

A figura 4.32 apresenta a série do ONI, de janeiro 1975 até janeiro de 2008, sobreposta à abundância relativa total de ovos coletados em cada um dos cruzeiros oceanográficos realizados: FINEP-V (dezembro de 1976), FINEP-VI (janeiro de 1977), FINEP-VII (janeiro de 1978), FINEP-XI (janeiro de 1980), FINEP-XII (janeiro de 1981), EPM (janeiro de 1988), JOPS – 1 (janeiro de 1991), Sardinha – 1 (dezembro de 1991) e Sardinha – 2 (janeiro de 1993).

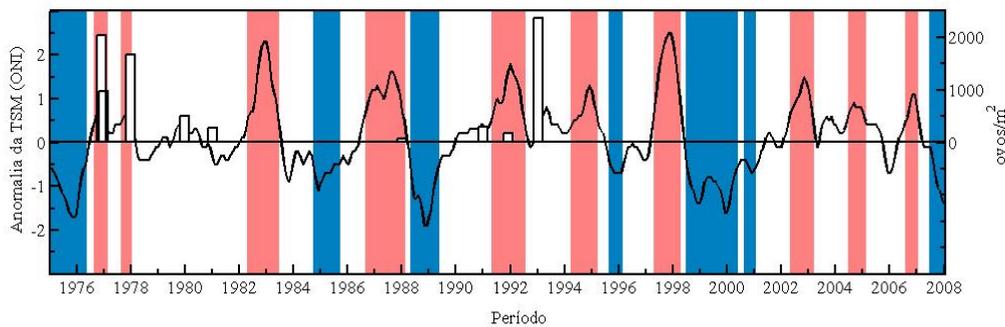


Figura 4.32 – Índice Oceânico do *El Niño* (linha) e abundância relativa total dos ovos de *S. brasiliensis* (barras) entre 1975 a 2008. Eventos de *El Niño* (faixas vermelhas) e *La Niña* (faixas azuis).

A correlação cruzada entre a abundância de ovos e o ONI não estabeleceu correlação significativa com um $p=0,05$ (Figura 4.33). Nota-se que os maiores coeficientes de correlação registrados foram negativos, demonstrando uma possível variação inversa com a intensidade do fenômeno ENSO, ainda que não significativa, onde os picos de maior correlação ocorreram com 4 (-0,46) e 5 (-0,48) meses de defasagem temporal, semelhante ao tempo de retardo entre as maiores correlações diretas observadas entre ONI e os *loadings* da 1ªCP da ATSM.

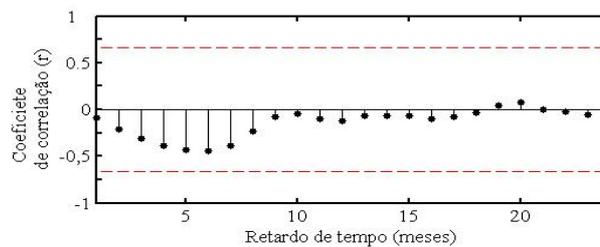


Figura 4.33 - Correlograma entre as séries de abundância relativa total dos ovos e o ONI. As linhas pontilhadas em vermelho representam o intervalo de confiança ($p = 0,05$).

Apesar das generalizações encontradas acerca das principais áreas de desova, os resultados a seguir indicam que existe uma intensa variação das localidades e das condições oceanográficas (temperatura e salinidade) quando se analisa cada caso em separado. A relação entre variabilidade marinha e as áreas de desova foi verificada através de estudos de caso em 4 cruzeiros oceanográficos com o uso de variáveis medidas *in situ* e por sensoriamento remoto. O recobrimento temporal entre as séries foi o fator limitante possibilitando que a TSM e vento na superfície do mar fossem verificados somente nos cruzeiros oceanográficos EPM, JOPS-1, Sardinha-1 e Sardinha-2 realizados entre janeiro/1988 a janeiro/1993. Os resultados dessas comparações serão apresentados aqui através dos exemplos mais ilustrativos. Todos os dados utilizados nas análises e suas figuras correspondentes são encontrados nos Apêndices C, D e E.

A figura de 4.34 apresenta os gráficos de quocientes sobre a variável “somatório latitude e longitude” associados com os mapas de abundância relativa dos ovos. No eixo das ordenadas sobre os histogramas a quantidade de observações é fornecida em frequência relativa de classes, possibilitando uma comparação entre os diferentes anos, mesmo que os números de estações de coleta não sejam iguais.

Apesar de os quocientes não refletirem a variação da quantidade total de ovos presente ao longo dos casos, a variação relativa dos ovos em relação a sua posição sobre a PCSE é claramente observada. Durante o cruzeiro de jan. 1988 observa-se as menores quantidades de ovos durante o período de estudo, e as principais áreas de ocorrência de ovos localizaram-se ao sul da área. Os quocientes significativos estiveram mais próximos a Cabo de S. Marta Grande, embora com concentrações abaixo de 50 ovos/m². Em jan. 1991 houve um registro maior na quantidade de ovos, alcançando um máximo de 123 ovos/m², contudo a posição das áreas de desova continuou sendo aproximadamente a mesma, registradas na porção sul da PCSE. A partir de dez. 1991 observaram-se a mudanças no número de estações positivas de ovos registrada mais ao norte da PCSE, próximo a São Sebastião, muito embora a quantidade total de ovos permaneceu a mesma. Em jan. 1993 ocorreu um aumento significativo da quantidade total de ovos, com um máximo de 1.347 ovos/m², ocasionado principalmente pela contribuição das áreas de desova localizadas mais para o norte, próximo a São Sebastião, além do registro das desovas habituais mais para o sul.

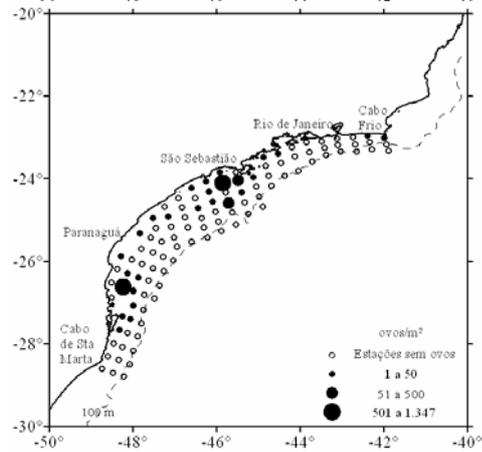
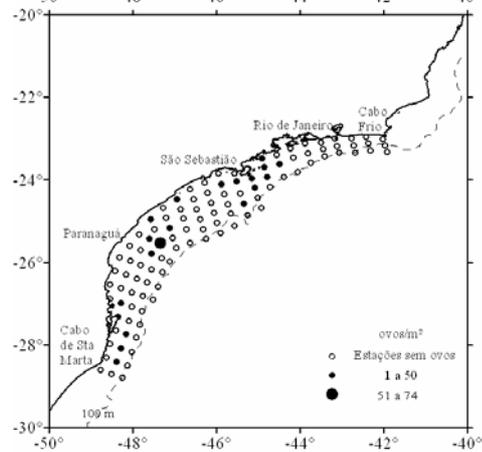
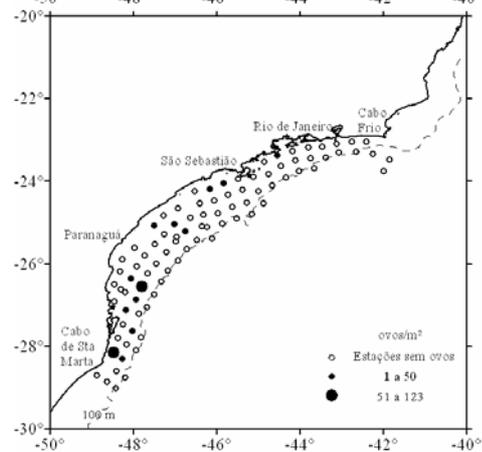
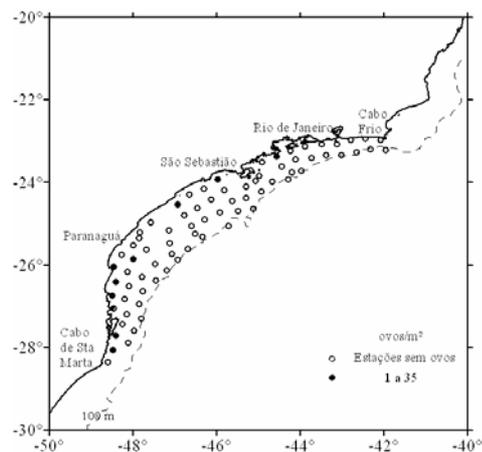
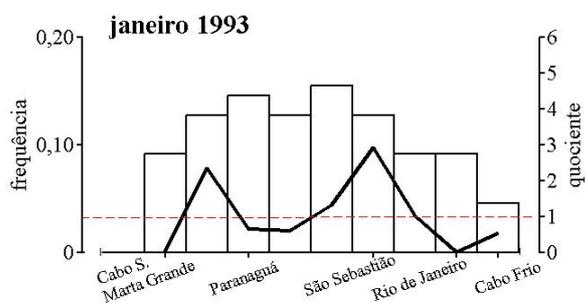
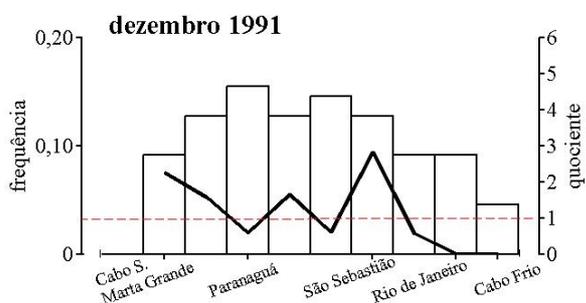
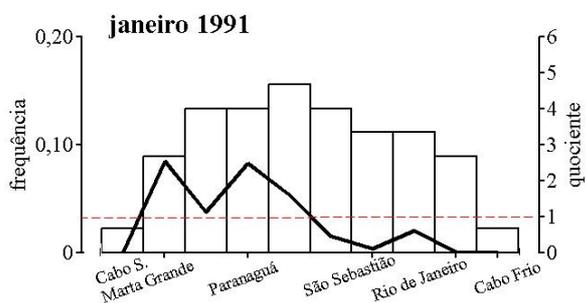
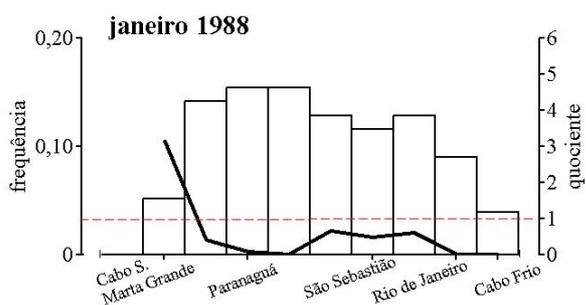


Figura 4.34 – Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* nas estações de coleta para os cruzeiros entre 1988 a 1993.

A variação do estoque desovante em relação às condições oceanográficas foi organizada de maneira semelhante à descrita acima, com a construção de gráficos de quociente sobre as variáveis temperatura e salinidade medidas na profundidade de 10 m. Utilizaram-se mapas de estimativas dos campos de influência dessas variáveis calculados com o algoritmo interpolador de curvatura mínima presente no software SURFER, além da abundância relativa dos ovos em cada estação.

Os eventos de desova registrados sobre as curvas de quocientes com os dados de temperatura parecem estar intimamente relacionados às áreas de ressurgência que ocorrem sobre a PCSE. Os resultados vistos a seguir, figura 4.36, demonstram que a desova não ocorrem necessariamente sobre as áreas de ressurgência costeira, mas parecem ser bastante dependentes dos processos de enriquecimento e eutrofização da coluna d'água.

Em jan. 1988 foi observado o caso onde ocorreu a menor abundância relativa total entre todos os cruzeiros analisados. Ao mesmo tempo, este foi o cruzeiro com as mais altas temperaturas da água durante todo o período. A curva de quociente identificou, para este cruzeiro, que a abundância relativa de ovos ocorreu de forma mais significativa em classes com temperaturas entre 24 °C e 28 °C, localizadas na maioria ao sul da PCSE, possivelmente registrada sobre gradientes térmicos mais acentuados devido às áreas de ressurgência. Em jan. 1991 a situação foi semelhante à mencionada anteriormente, ainda com fracos registros de intrusão da ACAS sobre o talude da PCSE. Embora a temperatura média neste cruzeiro fosse significativamente menor, a área ao sul de Cabo de Santa Marta concentrou novamente as maiores abundâncias relativas de ovos, que permaneceram próximas das áreas com registro de ressurgência na área.

Apartir dos dados de dez. 1991 e jan. 1993 foram observadas mudanças na temperatura, principalmente, ao norte da área, que provavelmente se relacionam com a intrusão da ACAS. Paralelamente a isto ocorreu um maior registro de estações positivas para ovos de sardinha sobre essa mesma região e um aumento considerável na abundância total de ovos. As classes com quocientes mais significativos concentram-se, em sua maioria, sempre em categorias abaixo da média. Isso reforça mais uma vez a idéia que as relações observadas entre aumento de desova e a diminuição da temperatura, ocorrem possivelmente por causa de uma maior influência da ACAS na área de estudo.

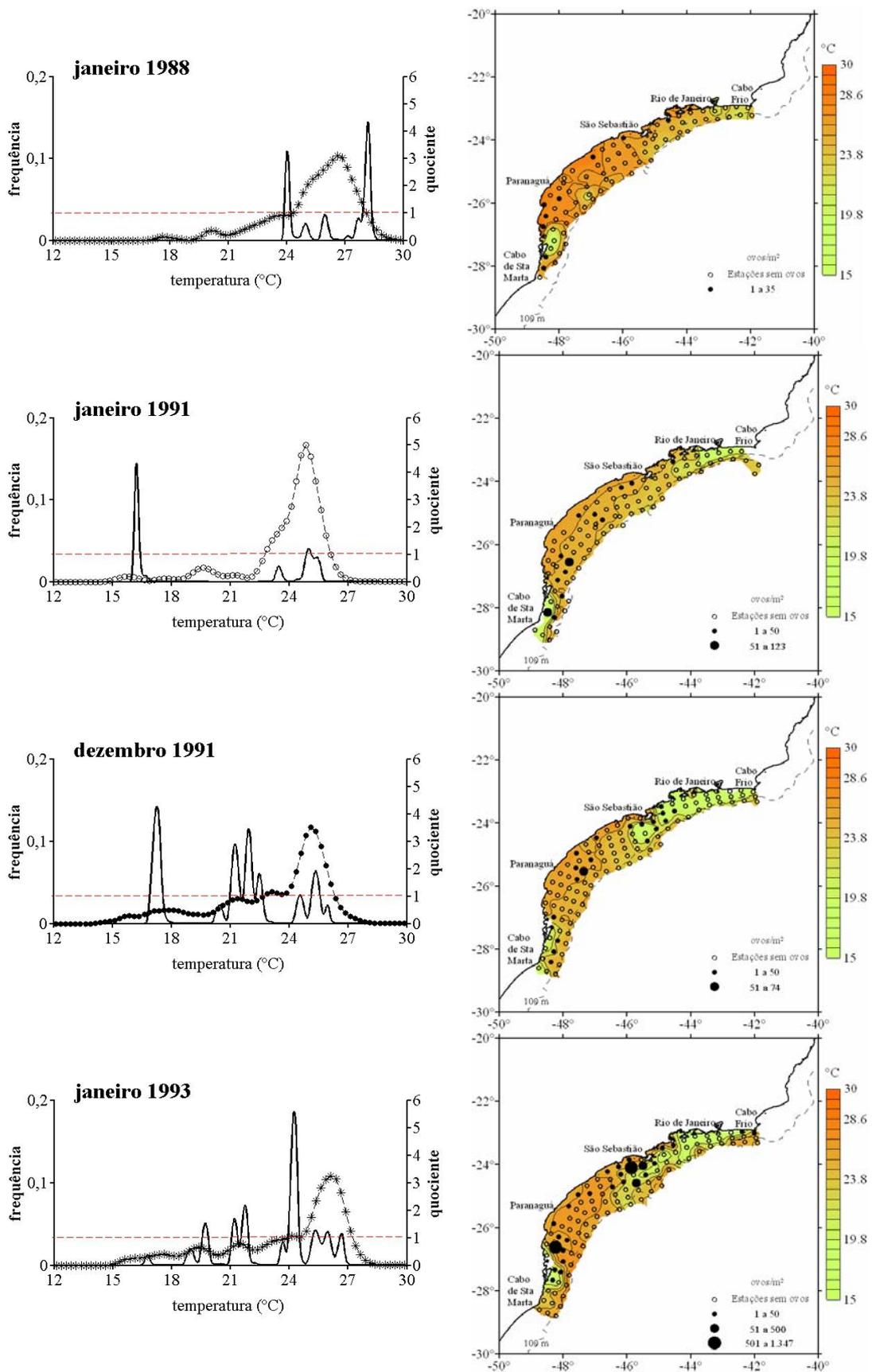


Figura 4.35 - Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos para temperatura a 10m de profundidade entre janeiro de 1988 a janeiro 1993.

As variações em relação à salinidade são observadas na figura 4.35. A frequência das classes dos histogramas e os campos de salinidade presentes nos mapas revelam que o cruzeiro de jan. 1988 foi o mais homogêneo em termos de variação da salinidade com média aproximada em torno de 35 claramente definido pela curva de quocientes que a maior abundância de ovos esteve associada a classes de salinidades abaixo desta média registrada em estações mais próximas à costa.

Em jan. 1991 e dez. 1991 houve maior registro de classes de águas mais salinas (acima de 35), como se observa pela distribuição dos campos, em algumas regiões com eventos de ressurgência costeira, como próximo a Cabo Frio. Em jan. 1991, particularmente, além da pluma mais salina de Cabo Frio apresentar grande extensão (atingindo boa parte da porção norte da PCSE até as imediações próximas ao sul de São Sebastião) observa-se também uma pequena área mais salina próxima ao Cabo de Santa Marta.

Essa distribuição de classes apresenta-se nas curvas de quocientes, além dos valores já observados de desovas em águas costeiras menos salinas, valores significativamente mais altos de quocientes em águas bem salinas. Nota-se, por exemplo, uma grande proporção na quantidade relativa de ovos expressa pela curva de quociente em uma classe com salinidade acima de 39, no caso de dez. 1991, resultado devido a baixa frequência relativa na prevalência de classe com salinidades tão elevadas.

Em jan. 1993, a distribuição das classes do histograma em conjunto com os campos de salinidade também evidenciou alguma influência de eventos ligados à áreas ressurgência costeira na porção norte da área (contudo, um registro diferente ocorreu na frequência de águas menos salinas em torno de 34. Essa distribuição de classes coincidiu com o cruzeiro que apresentou a maior abundância relativa de ovos durante todo período.

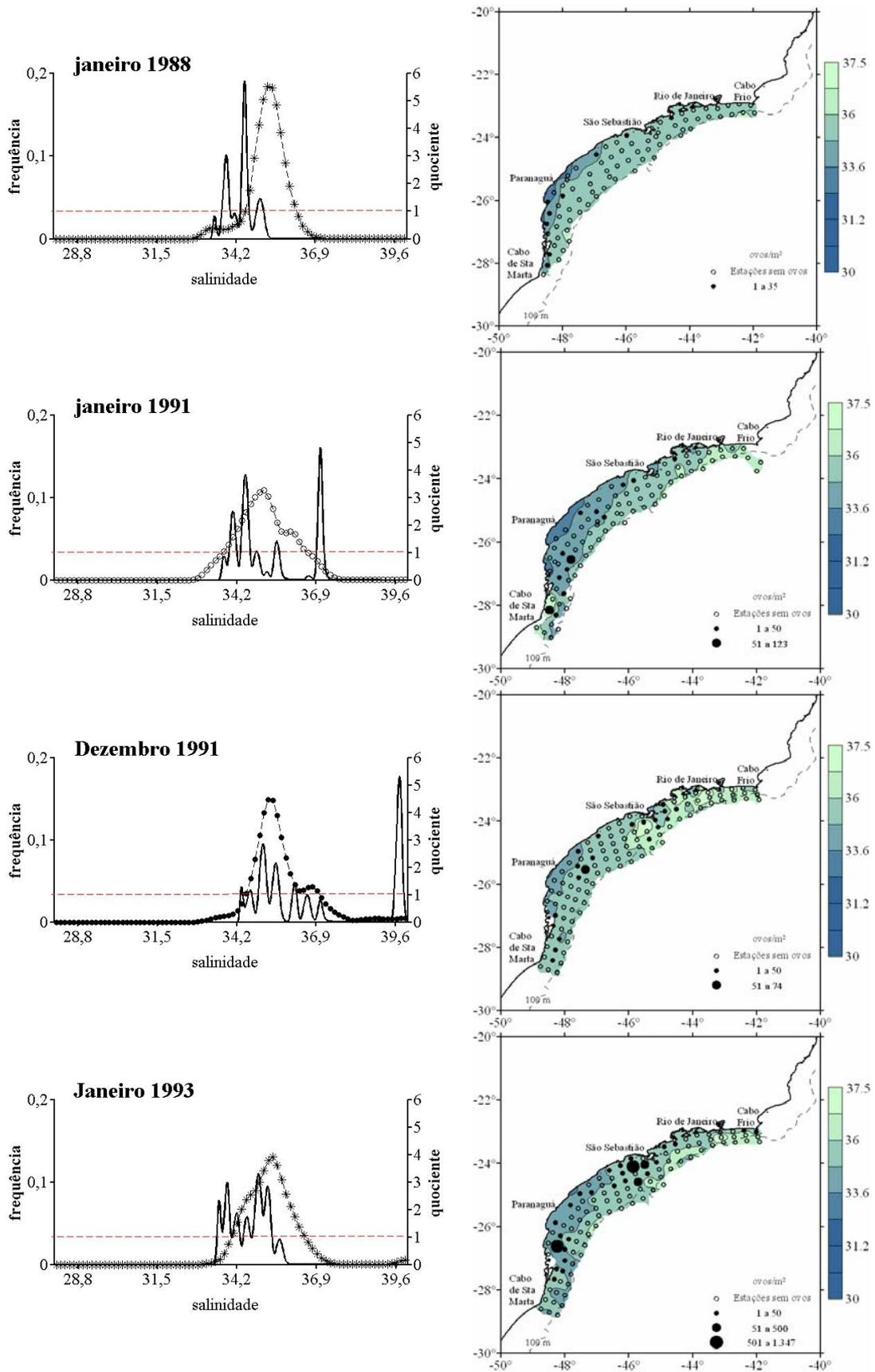


Figura 4.36 - Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos para salinidade a 10m de profundidade entre janeiro de 1988 a janeiro 1993.

A interação entre abundância relativa de ovos e a variabilidade da TSM também foi verificada com a sobreposição dos mapas contendo a abundância relativa dos ovos e os campos de TSM médios (Figura 4.37). No caso do cruzeiro oceanográfico de jan. 1988, o menor número absoluto de ovos esteve associado aos campos de TSM apresentando estimativas de campos com valores considerados de forte a moderado. Durante o jan. 1991 o número total de ovos foi relativamente maior quando os campos de TSM apresentaram uma diminuição em seus valores, principalmente, na região com profundidades menores do que 100 m. Em dez. 1991 ocorreu um maior aquecimento dos campos de TSM. Apesar disso, o número de ovos manteve-se ligeiramente menor do que nos outros casos. Para jan. 1993, o grande aumento no número de ovos dentro do período esteve associado novamente a um resfriamento da TSM, também evidente em toda a área.

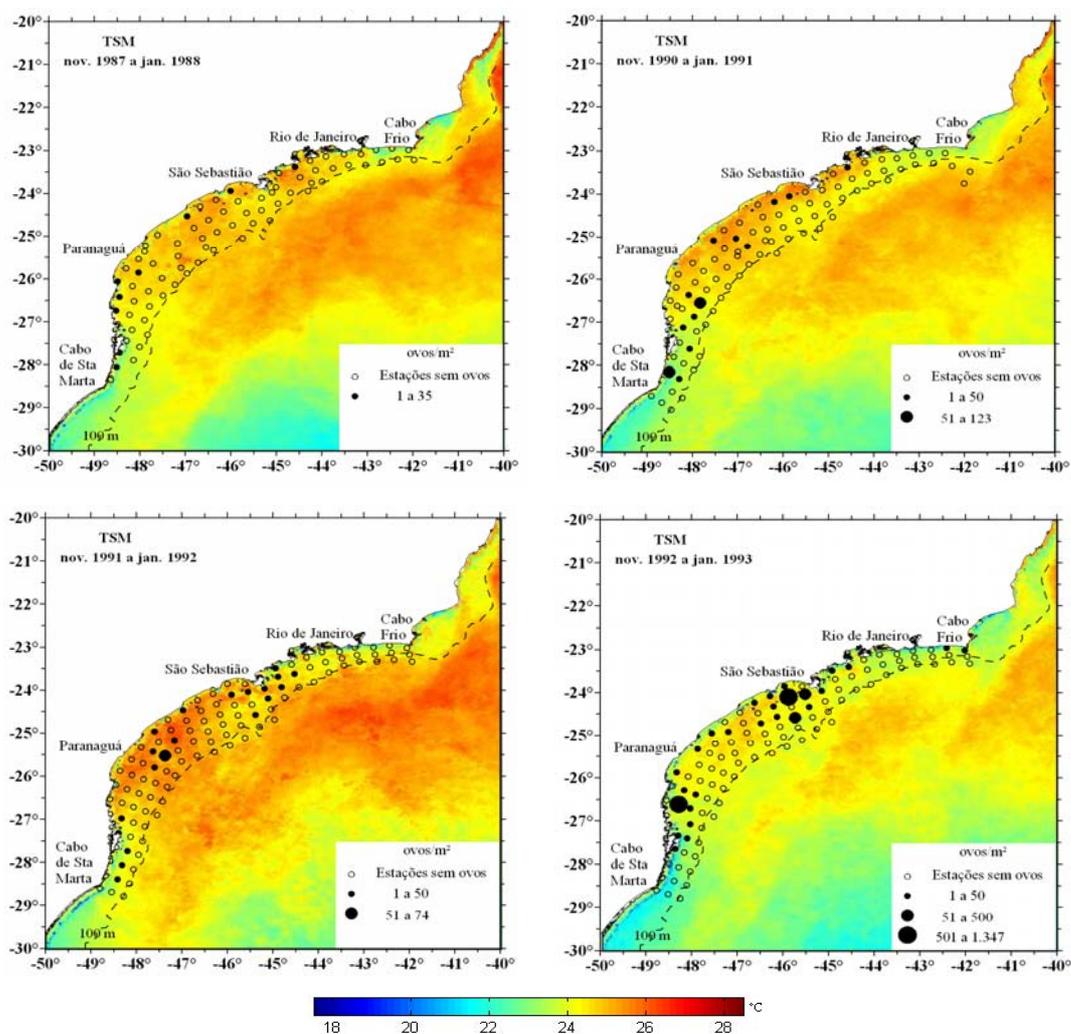


Figura 4.37 – Variação da TSM registrada com a abundância de ovos em cada estação dos cruzeiros oceanográficos jan. 1988, jan. 1991, dez. 1991 e jan.1993.

A magnitude e direção do vento foi sobreposta aos mapas de abundância de ovos. Em todos os casos observa-se uma variação direta com a quantidade de ovos, já que a intensificação dos campos de vento ocorreu de maneira progressiva durante os cruzeiros realizados em jan. 1991, dez. 1991 e jan. 1993. O cruzeiro de jan. 1988 não pode ser analisado devido à falta de dados de vento nesse período. Devido à grade espacial dos dados do vento não atingir a faixa de 1° x 1° mais adjacente à costa, a visualização do conjunto sobre os campos de vento e a distribuição dos ovos foi limitada. Apesar de não poder ser aplicado nenhum teste estatístico nesse caso, é ainda possível supor que seria a influência dos campos de vento sobre a área onde as estações oceanográficas foram amostradas (Figura 4.38).

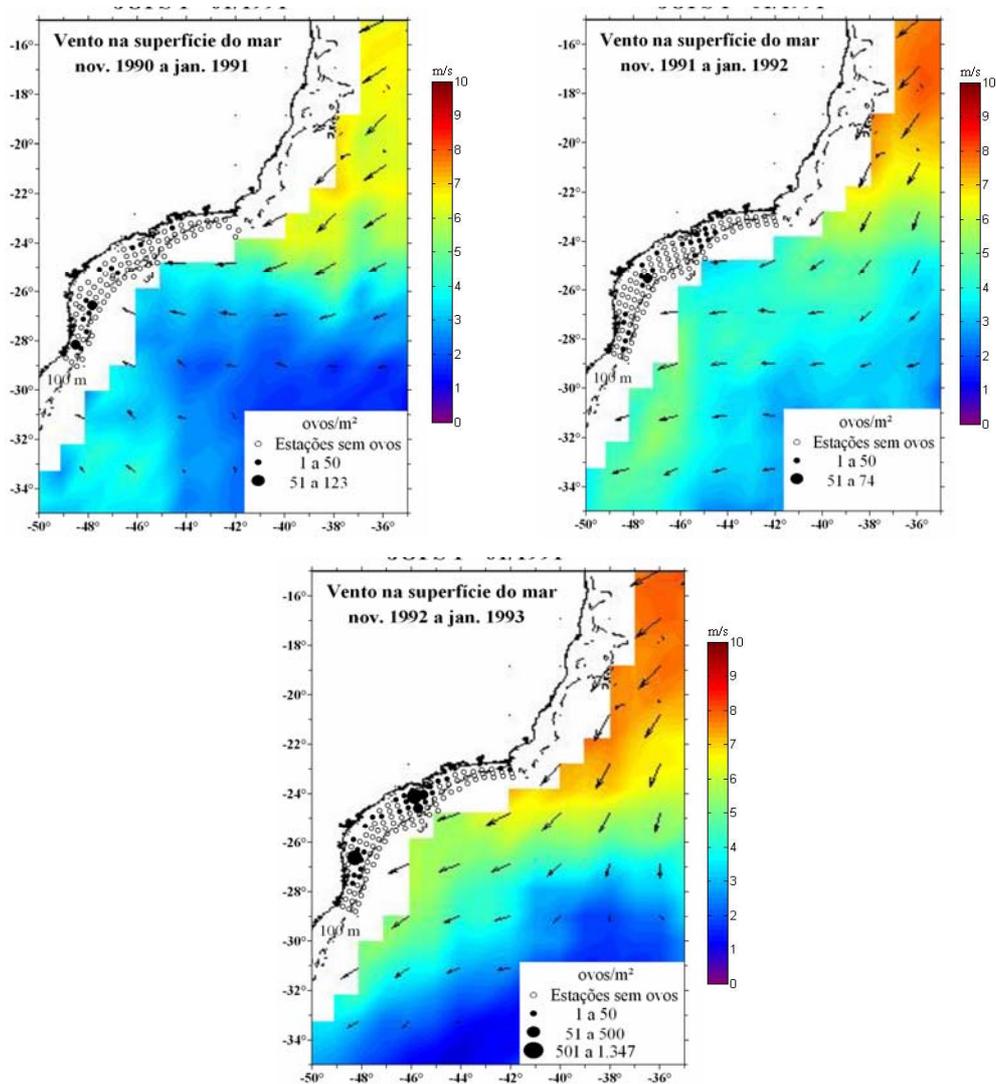


Figura 4.38 – Variação dos campos de vento na superfície do mar registrada com os ovos amostrados nos cruzeiros oceanográficos JOPS- 1, Sardinha -1 e 2.

5 DISCUSSÃO

Os pequenos pelágicos com ocorrência associada a ambientes costeiros de ressurgência altamente dinâmicos, como é o caso da PCSE, têm um crescimento considerado do tipo r-estrategista (MATSUURA, 1999). Nesse tipo de crescimento as espécies são quase sempre de rápida adaptação à variabilidade do oceano.

Os processos oceanográficos registrados sobre a PCSE, devido a fatores mencionados anteriormente, conferem importância aos efeitos ambientais atuando sobre as espécies de pelágicos da PCSE. Isso é particularmente importante sobre as fases mais críticas do ciclo de vida dos peixes, como a desova e/ou o recrutamento larval. A garantia do sucesso reprodutivo dessas espécies depende da capacidade adaptativas das espécies à variabilidade ambiental ou climática marinha (GOVONI, 2005).

Ainda não se sabe como tais relações ecológicas dentro destes ecossistemas marinhos são mantidas, nem quais são os principais reguladores desses importantes estoques pesqueiros. Isso se configura notadamente em um dos problemas mais investigados atualmente dentro das ciências pesqueiras e afins.

Fréon et al (2005) descrevem três hipóteses básicas para representar como o controle do fluxo trófico poderia ser regulado. As relações do tipo “de baixo para cima” ou “*bottom-up*”, apontadas durante muito tempo como sendo as mais importantes e prováveis reguladoras, demonstram um fluxo trófico essencialmente dependente dos produtores primários, percorrendo o sentido dos níveis de base em direção ao ápice da cadeia alimentar. As relações do tipo “de cima para baixo” ou “*top-down*” são mantidas devido a processos de predação, o que significa que as pressões antrópicas, ligadas à pesca dos estoques, seriam as principais causadoras dos colapsos populacionais assistido em várias espécies de pequenos pelágicos. As relações do tipo “*wasp-waist*”, por outro lado, baseiam-se em uma interação dos outros dois tipos já mencionados, influenciadas basicamente pelas variações do meio ambiente, fundamentais por exercer o maior controle do fluxo trófico observado nestes importantes ecossistemas marinhos.

Os resultados apresentados nesse trabalho, quando relacionados às grandes variações sobre o histórico de captura de sardinha-verdadeira, oferecem evidências de que o tipo

de relações existentes entre a dinâmica populacional da sardinha-verdadeira pode ser considerada como aquela do tipo mais complexo, “*wasp-waist*”, em que pressões antrópicas e fatores ambientais contribuem fortemente na estruturação dos estoques.

A busca por relações entre a abundância relativa dos ovos de sardinha com as condições oceanográficas exercida aqui remete à principal questão abordada por este trabalho. A variabilidade interanual marinha da PCSE apresentaria influência sobre a quantidade de ovos da sardinha-verdadeira?

O principal propósito deste trabalho foi contribuir para o esclarecimento da questão levantada acima. Através de um estudo sobre a variabilidade marinha da PCSE utilizando dados derivados de satélites, foi possível demonstrar que o sensoriamento remoto é viável como ferramenta de produção de informações sobre alguns processos oceanográficos pertinentes à conservação marinha e pesca, e que provavelmente atuam diretamente sobre a disponibilidade de ovos de sardinha-verdadeira na área de estudo. Para tanto foram cumpridas as seguintes tarefas:

- Caracterizar a variabilidade interanual do oceano na área de ocorrência da sardinha-verdadeira sobre a PCSE;

- Estabelecer quais as principais áreas de desova através de dados de distribuição horizontal e de abundância relativa de ovos e cálculo de suas probabilidades de ocorrência;

- Determinar os habitats de desova;

- Verificar a relação entre a variabilidade espaço-temporal de variáveis físicas do ambiente pelágico e do número total e abundância relativa de ovos da sardinha-verdadeira na área de estudo.

As séries de TSM transformadas pelo tratamento estatístico de remoção de pixels espúrios (figura 3.4) revelaram com boa representatividade os campos de TSM em mesoescala na área de estudo. O ciclo anual da TSM mostrou ser claramente o mais significativo sobre a variação dos dados entre todas as séries climatológicas mensais

analisadas (Figura 4.3), o que está em conformidade com trabalhos já elaborados sobre o tema, tais como Lentini et al. (2000, 2001). Os picos de energia mais significativos observados pela transformada de ondeletas estão entre amplitudes de 8 a 15 meses para a TSM (Figura 4.5) e entre 20 e 70 meses para a ATSM (Figuras 4.6, 4.7 e 4.8). Esses resultados estão em conformidade com o apresentado recentemente por Soppa (2007) e Leão (2008), para áreas semelhante de estudo, próximo e sobre a PCSE respectivamente.

Os coeficientes de autocorrelação entre as séries de ATSM revelam semelhança com o período de 30 meses observado para a ocorrência de eventos *El Niño* e *La Niña* determinada por Xie e Carton (2004). Os resultados obtidos aqui para a correlação cruzada entre os *loadings* da 1ªCP da ATSM e o ONI (Figura 4.11) também foram coerentes com aqueles determinados por Campos et al. (1999). Esses autores utilizaram dados de ATSM de regiões sobre a PCSE para verificar as correlações com os eventos do fenômeno ENOS. Os coeficientes de correlação mais altos determinados por Campos et al. (1999) ocorrem em períodos de 7 a 18 meses de defasagem temporal entre o registro ENOS (forçante) e o sinal de ATSM (forçado). As maiores correlações encontradas (0,44 a 0,46) no presente trabalho foram registradas com 7 meses de retardo de tempo entre o evento ENOS e a ATSM.

Os gráficos sobre a variação sazonal-interanual elaborados para representação dos regimes da TSM (Figuras 4.4) evidenciam os anos mais quentes e os mais frios no período desse estudo. Em termos gerais, o verão de 2001 foi o mais quente, coincidindo com uma ocorrência de *El Niño*, e o verão de 2004 o mais frio. O inverno mais quente foi registrado em 2005, também apresentando ocorrência de *El Niño*, e o mais frio ocorreu em 2000. Os campos de TSM estiveram em conformidade com a representação para da área de estudo recentemente descrita por Leão (2008).

O resultado encontrado sobre a variabilidade dos campos de ventos indica uma situação muito próxima àquela descrita por Wainer e Taschetto (2006). Nos meses de verão, o enfraquecimento da alta subtropical do Atlântico Sul e seu posicionamento mais ao sul da área promovem um aumento da intensidade dos ventos em relação à média anual. O deslocamento desse sistema de alta pressão mais para norte nos meses de inverno, por outro lado, passa a modular os campos de vento provenientes de leste-nordeste somente

em regiões mais ao norte da área de estudo. Sob esse regime, os ventos de oeste-sudeste prevalecem nas regiões centro-sul.

Baptista (2003) utilizou dados do sensor escaterômetro a bordo do ERS-1 e ERS-2 (*European Remote Sensing Satellite 1, 2*) para descrever a variabilidade sazonal dos ventos no Oceano Atlântico. Corroborando com o estudo citado, os resultados desse trabalho sobre os campos de vento entre novembro e janeiro, apresentam direção predominante de leste-nordeste e velocidade aproximada de 3 m/s a 4 m/s (Figura 4.12). Na subárea 2, ainda é possível constatar esse fato através da série climatológica média completa da magnitude do vento (Figura 4.22) que mostra essa concordância no registro das maiores magnitudes ocorrendo entre agosto e outubro. Segundo Stech e Lorenzenti (1992), a explicação para esses valores mais elevados seria devido à entrada de frentes frias na costa sudeste do Brasil, mais comum no inverno.

A análise dos espectros de energia das TO aplicadas ao conjunto de dados de vento evidenciou alguns resultados inéditos sobre a diferenciação dos regimes de vento nas componentes W^u e W^v . De forma geral, a magnitude do vento (Figura 4.24) demonstra ser modulada por um espectro mais significativo na componente W^v (Figura 4.21), principalmente sobre a parte norte da PCSE, subárea 1, com uma progressiva diminuição de intensidade em direção ao sul. A frequência predominante foi de 12 meses em todas as subáreas, e também de 100 meses somente para a subárea 1.

O estudo da relação entre as flutuações nos estoques de pequenos pelágicos e as condições oceanográficas é comumente realizado ao redor do oceano global na tentativa de determinar qual seria a parcela de contribuição dos processos físicos no desenvolvimento de gerações futuras de populações pesqueiras. Relações empíricas lineares entre as condições oceanográficas e a abundância das espécies, em sua grande maioria, não se mostraram satisfatórias (BAKUN, 1996). O uso de métodos de análises não lineares, no entanto, em alguns casos indicou algum sucesso, possibilitando o surgimento de teorias como a do “oceano estável” (LASKER, 1978); da “janela ambiental ótima” (CURY e ROY, 1989) e/ou a “tríade fundamental: enriquecimento da coluna d’água, concentração de alimento e retenção larval” (BAKUN, 1996). Todas essas teorias foram elaboradas com o intuito de tentar identificar quais variáveis ambientais influenciam mais decisivamente no paradigma do recrutamento das espécies

de peixes marinhos estabelecido por Hjort (1914). Entretanto, primeiramente se deve dispor de uma avaliação o mais realista possível para então se poder ponderar sobre as relações entre a abundância de ovos e processos oceanográficos reguladores de um bom sucesso reprodutivo.

Recentemente, novas pesquisas realizaram importantes contribuições relacionadas a esse objeto de estudo, pois passaram a empregar técnicas mais sofisticadas de análises espaço-temporais que apresentam maior capacidade de ponderar sobre a contribuição relativa das escalas presentes nos mecanismos reguladores das espécies. Resultados importantes são relatados por McClatchie et al. (2007), quando estes verificaram que a abundância de larvas de sardinha (*Sardinops sagax*) na costa da Austrália, na verdade, pode ou não se relacionar com a estabilidade da coluna d'água e a concentração de alimento presente nos oceanos, dependendo da escala analisada. Para chegar a essa conclusão, os autores utilizaram o cálculo de coordenadas principais de uma matriz particular de distâncias geográficas entre algumas possíveis variáveis ambientais analisadas, empregando o método proposto por Bocard et al. (1992) com a seguinte nomenclatura em inglês: *Principal Coordinate of Neighbor Matrice* (PCNM).

Bakun e Parrish (1990), estudando a estratégia reprodutiva da sardinha-verdadeira relacionada à variabilidade das condições oceanográficas de sua área de ocorrência, identificaram similaridades com a de outros peixes pelágicos que se localizam próximo a sistemas conhecidos de ressurgência costeira no lado leste dos oceanos Atlântico e Pacífico como a costa do Peru, Califórnia e Chile. É comum se observar nessas áreas uma elevada produtividade primária, associada à oscilação das condições oceanográficas e meteorológicas, devido a mudanças dos regimes climáticos predominantes em cada caso (FRÉON et al, 2006). Nesses sistemas, quase sempre apenas umas poucas espécies de peixes concentram grande parcela do estoque pesqueiro disponível, que varia radicalmente em seu tamanho de acordo com a taxa de recrutamento observada em cada ano. Isso, de certa maneira, reflete também a situação da sardinha-verdadeira no Brasil. No caso do nosso país, apesar da sardinha ocupar um sistema de ressurgência costeira considerado de moderado a fraco comparado aos mencionados acima, a espécie sozinha já chegou a compor cerca de 25% da quantidade total de pescado capturado ao longo da costa brasileira (VALENTINI e CARDOSO, 1991).

As principais áreas de desova da sardinha-verdadeira, identificadas pela aplicação dos métodos de krigagem indicativa e curvas de quociente, confirmam que a abundância relativa dos ovos esteve mais elevada na parte centro-sul da PCSE durante o período desse estudo. Entretanto, deve-se enfatizar que, nesse trabalho, foi proposta uma maneira de se quantificar algo sobre a localização das áreas de desova que já havia sido discutido previamente por Saccardo e Rossi-Wongtschowski (1991), Matsuura (1998) e Castello (2006).

O mapa geoestatístico de probabilidade de presença de ovos (Figura 4.29) assemelha-se ao mapa de distribuição oferecido por Castello (2006) (Figura, 2.7), o qual repetiu de forma ilustrativa o sugerido até então pela literatura. Apesar das considerações já realizadas sobre a variabilidade dos locais de desova da sardinha-verdadeira pode-se apontar, com o devido cuidado, para uma possível relação da atividade meandrante da CB sobre o registro geográfico dessas áreas de desova. A atividade meandrante da CB previamente demonstrada em muitos trabalhos promove a formação de estruturas tanto ciclônicas como anticiclônicas que, dentre suas principais conseqüências, pode induzir um padrão ondulatório sobre a quebra de plataforma na PCSE (CAMPOS, 1995). É possível que a configuração observada sobre o agrupamento das áreas de desova esteja associada aos processos de formação de meandros da CB. Esses são frutos da combinação entre a mudança de orientação da costa, batimetria e instabilidades baroclínicas presentes sobre a região a partir de 23 °S (SILVEIRA, 2006).

Foi possível quantificar as mudanças na taxa de desova na região próxima a São Sebastião observadas por Matsuura (1998) a partir de dados dos cruzeiros realizados em dez. 1991 e jan. 1993 (Figura 4.34). As mudanças dessas áreas conseguiram ser bem definidas, e assim as possíveis relações com a variabilidade das condições oceanográficas puderam ser traçadas aqui. Alguns resultados obtidos aqui (figuras 4.35 e 4.36) oferecem indícios que a influência da ACAS sobre a PCSE teve sua menor intensidade em jan. 1988, juntamente com o mais baixo registro de ovos entre todos os casos analisados. A partir do cruzeiro oceanográfico de dez. 1991, houve uma intensificação da influência da ACAS sobre a área da PCSE. Nesse caso ocorreu um aumento considerável de estações positivas para ovos de sardinha, com destaque para aquelas áreas localizadas mais ao norte da PCSE que poderiam oferecer condições mais propícias ao desenvolvimento dos ovos.

Nos diagramas TS (Figuras 4.30 e 4.31), o maior número de ocorrência de ovos está relacionado com os intervalos médios de temperatura entre 21°C e 27°C e salinidade de 33 a 35. Esses são os intervalos ideais em que a desova da sardinha-verdadeira ocorre (MATSUURA, 1998). No entanto, considerando-se as curvas de quocientes, foi possível observar também que em termos de abundância relativa de ovos (dividida em classes), houve amostras significativas ($Q>1$) em valores de temperatura em 16 °C, 19°C e 28°C e salinidade próximos até de 39. Outro aspecto que fica evidente é a interação entre a estrutura termohalina e a quantidade relativa de ovos.

Os resultados desse estudo também contribuíram para identificar em quais massas d'água a sardinha-verdadeira costuma desovar. A maior incidência de ovos ocorreu sobre a AC. Um grande número de registros de ausência de ovos ocorreu em áreas com influência da AT. Os padrões observados tanto em superfície quanto a 10 m sugerem que exista uma tendência da sardinha-verdadeira desovar em massas d'água com características típicas da ASAP, contrastando com a ausência de ovos sobre a ASTP.

Os resultados apresentados aqui indicam que a distribuição de ovos na PCSE apresenta uma estrutura espacial evidente, a qual está possivelmente relacionada à presença de gradientes laterais termais, que propiciariam condições favoráveis à alimentação dos ovos recém eclodidos. O aumento do número de ovos nas áreas de influência da pluma de ressurgência costeira, próximo a São Sebastião, sobretudo nos últimos anos do estudo indica que uma relação entre a ressurgência e a desova tem forte indício de estar presente.

O entendimento das relações entre a dinâmica populacional, ecologia dos ovos da sardinha-verdadeira e a variabilidade marinha da PCSE é fundamental para subsidiar as políticas de manejo e gerenciamento de sua pesca a níveis sustentáveis. Já que, como colocado, é evidente que as variações das capturas da sardinha-verdadeira sugerem que a sua população pode estar sofrendo diretamente os efeitos da sobrepesca. Esses efeitos podem somar-se à variabilidade das condições oceanográficas e meteorológicas, influenciando o sucesso reprodutivo no momento da desova, o desenvolvimento larval e também o recrutamento dos juvenis (MATSUURA, 1996; CERGOLE et al., 2002).

Muitos estudos abordam a questão do comportamento específico da sardinha-verdadeira em face à exploração do seu estoque (SUNYÉ e SERVAIN, 1998; CERGOLE et al. 2002; JABLONSKI e LEGEY, 2004; PAES e MORAES, 2007). Cergole et al. (2002) apresentaram um estudo abrangente sobre a avaliação do estoque da sardinha-verdadeira, permitindo uma estimativa da sua biomassa e recrutamento com base em dados da peca comercial entre 1977 e 1992. Ao considerar a variação presente na série histórica de sua captura, Cergole et al. (2002) demonstram que a sardinha-verdadeira passou por dois períodos favoráveis dentro de seu ciclo de desenvolvimento, entre 1980 e 1984 e entre 1989 e 1994, e um período desfavorável entre 1985 e 1989. Os efeitos dessas variações, a despeito das hipóteses levantadas acerca da sobrepesca agindo no estoque da sardinha-verdadeira, indicam uma participação fundamental da variabilidade marinha das condições oceanográficas associada ao sucesso reprodutivo dessa espécie.

Jablonsky e Legey (2004) concluíram que existem relações significativas entre a taxa de recrutamento e intensidades do vento entre 3 m/s e 4,5 m/s, entretanto, a associação do recrutamento com a TSM, contudo, não apresentou clara definição. A análise de quocientes aplicada ao conjunto de dados de ovos coletados através das décadas de 1970, 1980 e 1990 revelou, de maneira simplificada, a existência de relações significativas entre a desova e o processo de ressurgência costeira, evidenciado pela distribuição dos campos de salinidade e temperatura da água do mar.

A variabilidade interanual marinha da PCSE analisada neste trabalho tem certamente uma influência na desova da sardinha de acordo com as diferentes escalas temporais e espaciais dos vários parâmetros analisados. Essas diferentes escalas podem influenciar de maneira sinérgica ou independente as flutuações observadas nos estoques de *S. brasiliensis*. Nesse contexto, para estudos futuros, sugere-se fortemente a aplicação de análises que ponderem sobre a contribuição relativa das escalas envolvidas dos processos oceanográficos, a exemplo da nova técnica de PCNM. É crucial considerar também a estrutura vertical do oceano, incapaz até o momento de ser medida diretamente por sensores remotos. Os dados pretéritos medidos *in situ* analisados nesse trabalho comprovam que quantificar as variáveis físicas da coluna d'água é fundamental para o entendimento completo da relação entre a variabilidade marinha e a variabilidade biológica, no caso desse trabalho medida através da biomassa de ovos.

6 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados por este trabalho destacam principalmente o grande potencial sobre o uso de dados de sensoriamento remoto como ferramenta complementar para se estimar em quais condições marinhas ocorrem a desova da sardinha-verdadeira sobre a PCSE. As informações obtidas sobre os habitats de desova e sua variabilidade interanual ao longo do período deste estudo também colocam em evidência as incertezas biológicas acerca da regulação das principais áreas de desova e oferece uma visão nova e completa sobre importantes aspectos ambientais que regulam a capacidade da sardinha-verdadeira em desenvolver-se até completar seu ciclo, onde estaria apta a ser economicamente explorada. As principais conclusões determinadas com base nos resultados do presente trabalho são:

- A variabilidade interanual da TSM e do vento na superfície do mar sobre os períodos da desova da sardinha-verdadeira apresenta influência sobre as condições marinhas coincidentes em favorecer uma maior extensão das áreas de desova e quantidade de ovos presentes sobre a PCSE.
- A variação da ATSM apresentou correlações significativas de que responde a oscilações de baixa frequência em períodos aproximados a 30 meses possivelmente relacionados com o fenômeno ENOS, que demonstram uma possível variação inversa com a quantidade de ovos.
- A magnitude do vento demonstrou ser mais influenciada pelo espectro significativo de variação encontrada na componente W^y sobre a parte norte da PCSE. A oscilação mais significativa encontrada, fora o sinal anual das 3 séries, foi registrada em cerca de 100 meses para a área mais ao norte da PCSE.
- Os principais modos de variabilidade espaciais encontrados sobre a ATSM e magnitude do vento são: no primeiro modo as amplitudes, apenas com variações de sinal positivo, refletem que as amplitudes estão em fase em todo o domínio; no segundo modo um forte padrão latitudinal de variabilidade foi observado, com amplitudes negativas na porção sul e positivas na porção norte; e no terceiro e quarto modo a parte da variabilidade que está, provavelmente, relacionada a

diferenças do regime dessas variáveis entre áreas mais próximas ao centro da área de estudo e seus extremos são as que estiveram mais evidentes.

- As regiões preferências a desova na PCSE são delimitadas pelas localidades de Cabo de Santa Marta Grande; Paranaguá; São Sebastião; Rio de Janeiro e Cabo Frio. A desova ocorreu principalmente em faixas de temperaturas, variando entre 26 °C e 28 °C, e salinidade de 33 a 35. A distribuição dos ovos sobre as massas d' água presentes revelam que a desova ocorre em sua maioria sobre a parte mais interna da plataforma continental em imediações que sofrem influência da intrusão da ACAS.

- As variações interanuais encontradas sobre os locais de desova seguem principalmente a profundidade centrada em 50 m, ocorrendo basicamente sobre direções latitudinais. Sobre a variação interanual desses principais locais de desova da sardinha-verdadeira, especula-se sobre a relação entre os deslocamentos dessas áreas de desova e o regime de circulação na PCSE, que parece estar associada ao regime de meandramento da CB.

- Foi possível determinar, através da quantificação oferecida pelas curvas de quociente e os mapas e abundância relativa dos ovos para as variáveis oceanográficas medidas *in situ*, que a distribuição de ovos na PCSE apresenta uma estrutura espacial evidente. Essa estrutura está possivelmente relacionada à presença de gradientes laterais termais, que propiciariam condições favoráveis à alimentação dos indivíduos recém eclodidos.

Para trabalhos futuros recomenda-se que sejam analisadas séries de dados mais longas e consistentes, tanto climáticas quanto biológicas. O trabalho deixa clara a necessidade de se concentrarem esforços sistemáticos direcionados ao registro de dados biológicos suficientemente coerentes e padronizados sobre a região da PCSE. A falta de informação estatística sobre o poder sinérgico desses dados e a falta de resolução espacial, principalmente nos dados de vento podem ser responsáveis por esse fato. Porém, a análise das variáveis físicas obtidas *in situ* durante os períodos da desova realizada no presente estudo, permitiu um refinamento das informações sobre a variabilidade interanual marinha da PCSE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGÉLICO, M. M. Characterization of the Iberian sardine (*Sardina pilchardus*) spawning habitat with respect to temperature and salinity. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 20-22, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

BAKUN A.; PARRISH R. H. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the brazilian sardine (*Sardinella aurita*). **J. Cons. perm. int. Explor. Mer.**, v. 46, n. 3, p. 269-283, 1990.

BAPTISTA, M. C. **Uma análise do campo de vento de superfície sobre o oceano Atlântico Tropical e Sul usando dados do escaterômetro do ERS**. 2003. 129 p. (INPE-9607-TDI/840). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2003.

BERNAL, M.; STRATOUDAKIS, Y.; COOMBS, S.; ANGELICO, M. M.; LAGO DE LANZÓS, A.; PORTEIRO, C.; SAGARMINAGA, Y.; SANTOS, M.; URIARTE, A.; CUNHA, M. E.; VALDÉS, L.; BORCHERS, D. Sardine spawning off the european atlantic coast: characterization of and spatio-temporal variability in spawning habitat. **GLOBEC International Newsletter**, v.13, n. 2, p. 20-22, October 2007.

BOCARD, D.; LEGENDRE, P.; DRAPEAU, P. Partialling out the spatial component of ecological variation. **Ecology**, v. 73, n. 3, p. 1045-1055, 1992.

CAMPOS, E.J.D., VELHOTE, D.; SILVEIRA, I.C. A.Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. **Geophysical Research Letters**, v. 27, n. 6, p 751-754, 2000.

CASTELLO, J. P. **Síntese sobre a distribuição, abundância, potencial pesqueiro e biologia da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*)**. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva MMA-REVIZEE. Análise/Refinamento de Dados sobre Prospecção Pesqueira. Departamento de Oceanografia. Fundação Universidade do Rio Grande,.2006, 15 p.

CASTRO, B.M. **Correntes e massas d'água da Plataforma Continental Norte de São Paulo**. 1996, p. 248. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKY, C. L. D. B. (Ed.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2006. cap. 1, p. 11-120.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical oceanography of western atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S. **The sea**, v. 11, p. 209-251, 1998.

CERGOLE, M.C. **Avaliação do estoque da sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis* da costa sudeste do Brasil, período 1977 a 1990.** 1993. 245 p. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CERGOLE, M. C.; VALENTINI, H. Growth and mortality of *Sardinella brasiliensis* in the southeast brazilian bight. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 42, n.1/2, p.113-127, 1994.

CERGOLE, M. C. Stock assessment of the brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, of the south-eastern coast of Brazil. **Scientia Marina**, v. 59, n.3/4, p. 597-610, 1995.

CERGOLE, M. C.; SACCARDO, S. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Fluctuation in the spawning stock biomass and recruitment of the brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*): 1977-1997. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 50, p. 13-26, 2002.

CERGOLE, M. C.; ÀVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração.** São Paulo, IO/USP (Série de documentos REVIZEE – SCORE SUL), 2005, 176 p. ISBN(85-98729-05-1).

CHECKLEY D. M. Jr. Temperature-salinity and quotient analyses of CUFES data from the California Current region. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 14-15, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

CLARAMUNT, G; SERRA, R. Characterizing the spawning habitat of anchoveta, *Engraulis ringens*, in northern Chile. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 8-9, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

CLIMATE PREDICTION CENTER. **Colds and warm episodes by seasons.** Disponível em: <http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/>. Acesso em: 31 março 2009.

DRAPEAU, L. Introduction to the use of quotient curves for characterizing spawning habitat of small, pelagic fish. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 5-6, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

EMÍLSSON, I. The shelf and coastal waters of southern Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 7, n. 2, p. 101-1012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Fishery statistics. Capture production. **FAO year book**, v. 94, n.1, 2002.

FRANCHITO, S. H. Interaction between costal upwelling and local winds at Cabo Frio, Brazil: an observational study. **Journal of Applied Meteorological and Climatology**, v. 47, p. 1590-1598, 2008.

FRÉON, P.; CURY, P.; SHANNON, L.; ROY, C. Sustainable exploitation of small pelagic fish stocks challenged by environmental and ecosystem changes: a review. **Bulletin of Marine Science**, v.76, n. 2, p. 385-462, 2005.

FRÉON, P.; ALHEIT, J.; BARTON, E. D.; KIFANI, S.; MARCHESIELLO, P. Modeling forecast and scenarios in comparable upwelling ecosystem: California, Canary and Humboldt. In: SHANNON, V.; HEMPEL, G.; RIZZOLI-MALANOTTE, P.; MOLONEY, C.; WOODS, J. (Eds.) **Large marine ecosystems**. Elsevier, 2006. v. 14, p. 185-220.

WAINER, I.; TASCHETTO, A. S. Climatologia na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Diagnóstico para os períodos relativos aos levantamentos pesqueiros do programa REVIZEE. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKY, C. L. D. B. (Ed.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2006. cap. 2, p. 121-160.

GARFIELD, N. **The brasilian current at subtropical latitudes**. 1990, p. 121. Tese de Doutorado. University of Rhode Island, 1990.

GREEN-RUIZ, Y. A. Single parameter quotient analysis for sardine and anchovy in the Gulf of California. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 10-11, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

GOVONI, J. J. Fisheries oceanography and the ecology of early life histories of fishes: a perspective over fifty years. **Scientia Marina**, v. 69, n.1, p.125-137, 2005.

GUERRA, P. A. G. Geoestatística operacional. Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988.

HASTENRATH, S. Upper air mechanisms of the Southern Oscillation in the tropical Atlantic sector. **Journal of Geophysical Research-Atmospheres**, v. 105, p. 14997-15009, 2000.

HASTENRATH, S. Upper-air circulation of the Southern Oscillation from the NCEP-NCAR Reanalysis. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 83, p. 51-65, 2003

HJORT, J. Fluxuation in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. **Rapp. P. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.**, v. 20, p. 1-228, 1914.

HOVMOLLER, E. The trough and ridge diagram. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Stockholm, Sweden. **Tellus**, v. 1, p. 62-66. 1949.

HUGGETT, J.; FRÉON, P.; MULLON, C.; PENVEN, P. Modelling the transport success of anchovy *Engraulis encrasicolus* eggs and larvae in the southern Benguela: the effect of spatio-temporal spawning patterns. **Marine Ecology Progress Series**, v. 250, p. 247-262, 2003.

IBAIBARIAGA, L.; IRIGOIEN, X.; SANTOS, M.; MOTOS, L.; FIVES, J.; FRANCO, C.; LAGO DE LANZÓS, A.; ACEVEDO, S.; BERNAL, M.; BEZ, N.; ELTINK, G.; FARINHA, A.; HAMMER, C.; IVERSEN, S.; MILLIGAN, S.; REID, D. Egg and larvae distribution of seven fish species in the north-east atlantic waters. **Fisheries Oceanography**, v. 16, n.3, p. 284-293, 2007.

ISAAC-NAHUM, V. J., CARDOSO, R. D., SERVO, G.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), (Clupeidae)", **J. Fish. Biol.**, v. 32, n.3, p. 383-396, 1988.

IVERSON, R. L. Control of marine fish production. **Limnology Oceanography**, v.35, n.7, p. 1593-1604, 1990.

JABLONSKI, S.; LEGEY, L.F.L. Quantifying environmental effects on the recruitment of Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*), 1977-1993. **Scientia Marina**, v. 68, n.3, p. 385-398, 2004.

JOURNEL, A.G. Non-parametric estimation of spatial distribution. **Mathematical Geology**, v. 15, n.2, p. 445-468, 1983.

JET PROPULSION LABORATORY (JPL). **The pathfinder project**. Disponível em: <<http://podaac.jpl.nasa.gov/>>. Acesso em janeiro de 2008.

KILPATRICK, K. A.; PODESTÁ, G. P.; EVANS, R. Overview of the NOAA/NASA advanced very high resolution radiometer Pathfinder algorithm for sea surface temperature and associated matchup database. **Journal of Geophysical Research**, v. 106 n. C5, p. 9179-9197, 2001.

KURTZ, F. W. **Dinâmica larval de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) (Teleostei, Clupeidae) na região sudeste do Brasil e implicações no recrutamento**. 1999. 169 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1999.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. **Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de risco**. Rio Claro: DGA/IGCE/UNESP, Laboratório de Geomatématica, 2002, p. 19.

LASKER, R., PELAÂEZ, J., LAURS, R.M., 1981. The use of satellite infrared imagery for describing ocean processes in relation to spawning of the northern anchovy (*Engraulis mordax*). **Remote Sensing Environmental**, v. 11, p. 439-453.

LAURS, R. M.; LYNN, R. J. Seasonal migration of North Pacific albacore, *Thunnus alalunga*, into North American coastal waters: distribution, relative abundance and association with Transition Zone waters. **Fishery Bulletin**, n. 75, p. 795-822, 1977.

LAURS, R. M.; YUEN, H. S. H.; JOHNSON, J. H. Small-scale movements of albacore, *Thunnus alalunga*, in relation to ocean features as indicated by ultrasonic tracking and oceanographic sampling. **Fishery Bulletin**, v. 75, n. 2, p. 347-355, 1977.

LAURS, R. M.; FIEDLER, P. C.; MONTGOMERY, D. R. Albacore tuna catch distribution relative to environmental features observed from satellite. **Deep-Sea Research**, v. 31, p.1085-1099, 1984.

LEÃO, C. **Variabilidade espaço-temporal da concentração da clorofila-a e temperatura da superfície do mar estimadas por satélite na margem continental sudeste brasileira**. 2008. 133 p. (INPE-15299-TDI/1351). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2008.

LENTINI C. A. D.; CAMPOS E. J. D.; PODESTÁ, G. G. The annual cycle of satellite derived Sea Surface Temperature on the Western South Atlantic Shelf. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48, n. 2, p. 93-105, 2000.

LENTINI C. A. D.; PODESTÁ, G. G.; CAMPOS E. J. D.; OLSON, D. B. Sea Surface Temperature Anomalies on the Western South Atlantic from 1982 to 1994. **Continental Shelf Research**, v.21, n. 1, p. 89-112, 2001

LIMA, J. A. M. **Oceanic circulation on the brazilian shelf break and continental slope at 22°S**. 1997, p. 163. Tese de Doutorado. University of South Wales, 1997.

LINK, J. S. What does ecosystem-based fisheries management mean? Fisheries management essay. **Fisheries**, v.27, n.4, p.18-21, 2002.

McCLATCHIE, S.; ROGERS, P. J.; McLEAY, L. Importance of scale to the relationship between abundance of sardine larvae, stability, and food. **Limnology Oceanography**, v.52, n.4, p. 1570-1579, 2007.

MASCARENHAS, A. S.; MIRANDA, L.B.; ROCK, N. J. A study of oceanographic condition in the region of Cabo Frio. **Fertility of the sea**, p. 285-308, 1971.

MATSUURA, Y. A study of the life history of brazilian sardines, *Sardinella aurita*. I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 20, n.1, p. 33-60, 1971.

MATSUURA, Y. A study of the history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. II. Spawning in 1970 end 1971. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 24, p. 1-16, 1975a.

MATSURRA, Y. A study of the history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. III. Development of sardine larvae. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 24, p. 17-29, 1975b.

MATSUURA, Y. **O ciclo de vida da sardinha-verdadeira. Introdução à oceanografia pesqueira**. Publicação especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo, v. 4, p. 146, 1977a.

MATSUURA, Y. A study of the life history of brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. IV. Distribution and abundance of sardine larvae **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 26, p. 19-247, 1977b

MATSUURA, Y. Distribution and abundance of eggs and larvae of the brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, during 1974-75 and 1975-76 seasons. **Jap. Soc. Fish. Oceanogr.**, v. 34, pp. 1-12, 1979.

MATSUURA, Y. **Estudo comparativo das fases iniciais do ciclo de vida da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* e da sardinha-cascuda, *Harengula jaguana* (Pisces: Clupeidae), e nota sobre a dinâmica da população da sardinha-verdadeira na região sudeste do Brasil.** 1983. 150 p. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1983.

MATSUURA, Y. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). **Ciência e cultura**, v. 38, n. 8, p. 1449-1450, 1986.

MATSUURA, Y. A probable cause of recruitment failure of brazilian sardine, *Sardinella aurita*, population during the 1974/75 spawning season. **South African Journal Marine Science**, v. 17, p. 29-35, 1996.

MATSUURA, Y. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over period 1976-1993. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 46, n.1, p. 33-43, 1998.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil** v. VI Teleostei, n.3, 96p., 1980. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil** v. VI Teleostei, n.4, 105p., 1985. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985

MIRANDA, L.B. **Análise de massas de água da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião (SP).** 1982, p. 194. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

MÜLLER, T. J.; IKEDA, Y.; ZANGENBERG, N.; NONATO, L. V. Direct measurements of the western boundary currents between 20°S and 28°S. **Journal of Geophysical Research**, v. C3, p. 5429-5437, 1998.

PAES, E. T.; MORAES, L. E. A new hypothesis on the influence of the El Niño/La Niña upon the biological productivity, ecology and fisheries of the Southern Brazilian Bight. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, p. 94-102, 2007.

PEZZI, L. P.; SOUZA, E. B. O uso da temperatura da superfície do mar em estudos climáticos. In: SOUZA, R. B. (Ed.) **Oceanografia por Satélite**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. cap. 8, p. 117-133.

PIKITCH, E. K.; SANTORA, C.; BABCOCK, E. A.; BAKUN, A.; BONFIL, R.; CONOVER, D. O.; DAYTON, P.; DOUKAKIS, P.; FLUHARTY, D.; HENEMAN, B.; HOUDE, E. D.; LINK, J.; LIVINGSTON, P. A.; MANGEL, M.; MACALLISTER, M.

K.; POPE, J.; SAINSBURY, K. J. Ecosystem-based fishery management. **Science**, v. 305, p. 346-347, 2004.

PIOLA, A. R.; CAMPOS, E. J. D.; MOLLER Jr., O. O.; CHARO, M.; MARTINEZ, C. Subtropical Shelf Front off eastern South America. **Journal of Geophysical Research** v.105, p.6565–6578, 2000.

PIOLA, A. R.; MOLLER Jr., O. O.; GUERRERO, R. A.; CAMPOS, E. J.D. Variability of the subtropical shelf front off eastern South America: Winter 2003 and summer 2004. **Continental Shelf Research**, v. 28, p. 1639-1648, 2008.

PETERSON, R. G.; STRAMMA, L. Upper level circulation in the South Atlantic Ocean. **Progress in Oceanography**, v.26, p.1-73, 1991.

PEZZI, L. P.; SOUZA R. B.; DOURADO M. S.; GARCIA A. E.; MATA M. M. Ocean-atmosphere *in situ* observation at the Brazil-Malvinas confluence region. **Geophysical Research Letters**, v. 32

PLANQUE, B.; BELLIER, E.; LAZURE, P. Modelling potential spawning habitat of sardine (*Sardine pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. **Fisheries Oceanography**, v. 16, n. 1, p. 16-30, 2007.

ROBINSON, I. S. **Satellite oceanography – an introduction for oceanographers and remote-sensing scientists**. Chichester: Ellis Horwood Ltd, 1985.

RODRIGUES, R.R.; LORENZZETTI, J.A. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the southeast brazilian coastal upwelling. **Continental Shelf Research**, v.21, p. 371-394, 2001.

ROSSI-WONGTSCHOWSKY, C. L. D. B. ***Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudo sobre a estrutura da espécie na área entre 23°S (RJ) a 28°S (SC), Brasil**. 1978. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociência, São Paulo, 1978.

SACCARDO, S. A.; ROSSI-WONGTSCHOWKY, C. L. D. B.; CERGOLE, M. C.; BITTENCOURT, M. M. Age and growth of the southeastern brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 36, n.1, p. 81-83, 1988.

SACCARDO, S. A.; ROSSI-WONGTSCHOWKY, C. L. D. B. Biologia e avaliação do estoque da sardinha *Sardinella brasiliensis*: uma compilação. **Atlântica Rio Grande**, v. 13, n. 1, p. 29-43, 1991.

SANTOS, A. M. P. Fisheries oceanography using satellite and airborne remote sensing methods: a review. **Fisheries Research**, v. 49, p. 1–20, 2000.

SANTOS, A. M. P.; Fiúza, A. F. G.; Laurs, R. M. Influence of SST on catches of swordfish and tuna in the Portuguese domestic longline fishery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 27, n. 15, p. 3131-3152, August 2006.

SIGNORINI S. R.; MIRANDA L. B. de; EVANS, D. L.; STEVENSON, M. R.; INOSTROZA, H. M. V. Corrente do Brasil estrutura térmica entre 19° a 25° S e circulação geostrofica. **Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo**, v. 37, n. 1, p. 33-49, 1989.

SILVEIRA, I. C. A. **O Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ**. 2006. 160 p. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2006.

SOLANKI, H. U.; DWIVEDI, R. M.; NAYAK, S. R.; SOMVANSI, V. S.; GULATI, D. K.; PATTNAYAK, S. K. Fishery forecast using chlorophyll concentration and AVHRR SST: validation results off Gujarat Coast, India. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 18, p. 3691-3699, September 2003.

SOLANKI, H. U.; MANKODI, P.C.; NAYAK, S. R.; SOMVANSI, V. S. Evaluation of remote-sensing-based potential fishing zones (PFZs) forecast methodology. **Continental Shelf Research**, v. 25, p. 2163-2173, August 2005.

SOPPA, M.A. **Caracterização da variabilidade climática nos ecossistemas recifais brasileiros e sua relação com a biodiversidade de corais**. 2007. 209 p. (INPE-15147-TDI/1279). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2007.

SOUZA, R. B. **Oceanografia por Satélite**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. 336 p. ISBN (85-86238-48-1).

SOUZA, R. B.; ROBINSON, I. S. Lagrangian and satellite observations of the Brazilian Coastal Current. **Continental Shelf Research**, v. 24, p. 241-262, 2004.

SOUZA, R. B.; GHERARDI, D.F.M.; SATO, O.T.; POLITO, P.S.; LENTINI, C.A.D. Climatologia e variabilidade ambiental marinha na região do Banco dos Abrolhos determinada por satélites: resultados preliminares do projeto Pro-Abrolhos. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13**, 2007, Florianópolis. INPE.

SOUZA, R.B.; CROMWELL D.; LENTINI, C.A.D. Complex EOF and wavelet analysis of sea surface temperature anomaly images in the Southwestern Atlantic Ocean from 1985 to 2004. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13**, 2007, Florianópolis. INPE.

STECH, J. L. Assimilação de dados de vento sobre a superfície dos oceanos e modelos de circulação. In: SOUZA, R. B. (Ed.) **Oceanografia por Satélite**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. cap. 1, p. 20-33.

SUNEYÉ, P. S.; SERVAIN, J. Effects of seasonal variations in meteorology and oceanography on the brazilian sardine fishery. **Fishery Oceanography**, v. 7, n. 2, p. 89-100, 1998.

TOMCZAK, G. H. Environmental analyses in marine fisheries research - fisheries environmental services. Part I: Scientific and operational considerations. In:____(Ed.), **FAO Fisheries Technical Paper**, n. 170, p. 1-36, 1977.

TORRENCE, C.; COMPO, G. P. A practical guide to wavelet analysis. **Bulletin of American Meteorological Society**, v. 79, n.1, p. 61-78, 1998.

VALENTINI, H.; CARDOSO, R. D. Análise da pesca da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa sudeste-sul do Brasil. **Atlântica Rio Grande**, v. 13 n. 1, p. 45-54, 1991.

VAN DER LINGEN, C. D. Characterizing spawning habitat of anchovy (*Engraulis encrasicolus*), redeye round herring (*Etrumeus whiteheadi*), and sardine (*Sardinops sagax*) from CUFES sampling in the Southern Benguela. **Report of Global Ocean Ecosystem dynamics (GLOBEC)**, n. 21, p. 29-30, January 2004. Special issue on GLOBEC/SPACC Workshop on characterizing and comparing the spawning habitats of small pelagic fish.

XIE, S.; CARTON, J. P. Tropical Atlantic variability: patterns, mechanisms, and impacts. **Geophysical Monograph Series**, v. 147, p.121-142, 2004.

YAMANAKA, I.; ITO, S.; NIWA, K.; TANAKE, R.; YABUTA, Y.; CHIKUNI, S. The fisheries forecasting system in Japan for coastal pelagic fish. **FAO Fisheries Technical Paper**, n. 301, p. 1-72, 1988.

YONEDA, N.T. **Criação em laboratório de larvas da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* e estudo dos incrementos diários nos otólitos**. 1987. 92 p. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1987.

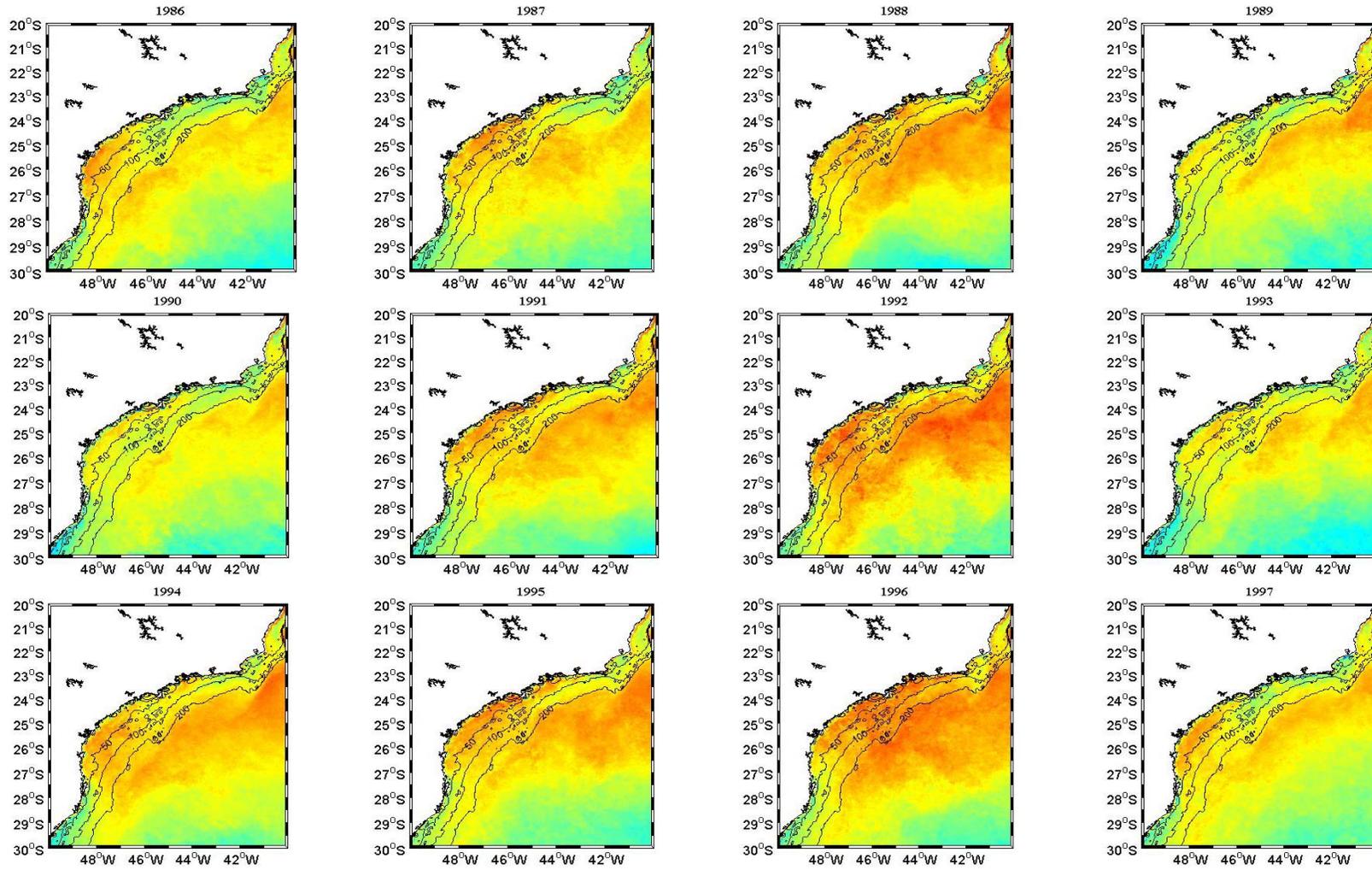
WAINER, I.; TASCHETTO, A. S. Climatologia na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Diagnóstico para os períodos relativos aos levantamentos pesqueiros do programa REVIZEE. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKY, C. L. D. B. (Ed.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2006. cap. 2, p. 121-160.

WENTZ, F.J. **User's Manual SSM/I Geophysical Tapes RSS**. Technical Report 060989. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, 16 p., 1989.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. 2^a Ed. Londres: Academic Press, 2006. 648 p.

ZAGAGLIA, C. R.; HAZIN, F. V. H. Sensoriamento remoto aplicado à pesca. In: SOUZA, R. B. (Ed.). **Oceanografia por Satélite**. São Paulo: Oficina de textos, 2005. cap. 18, p. 276-285.

APÊNDICE A



continua

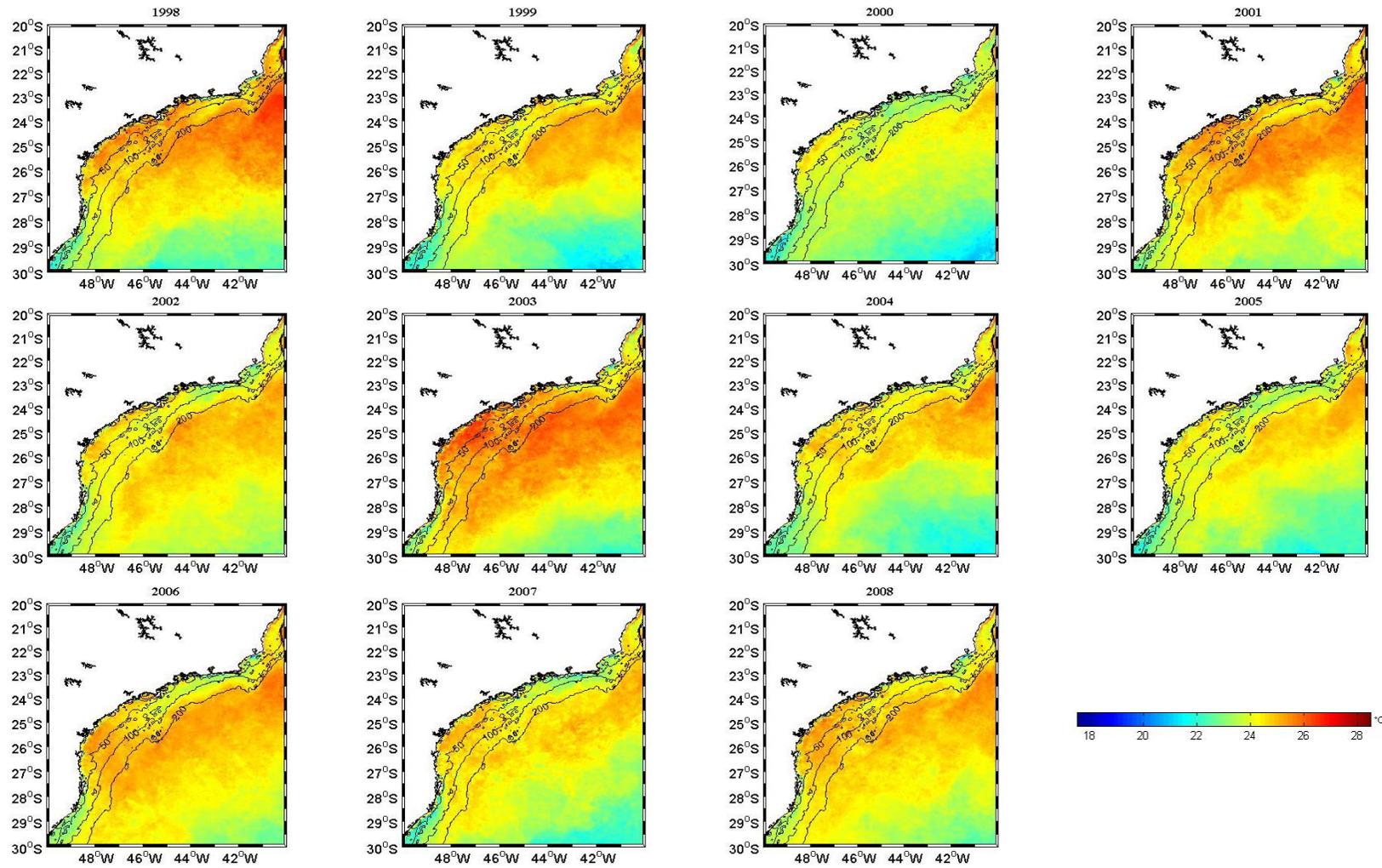
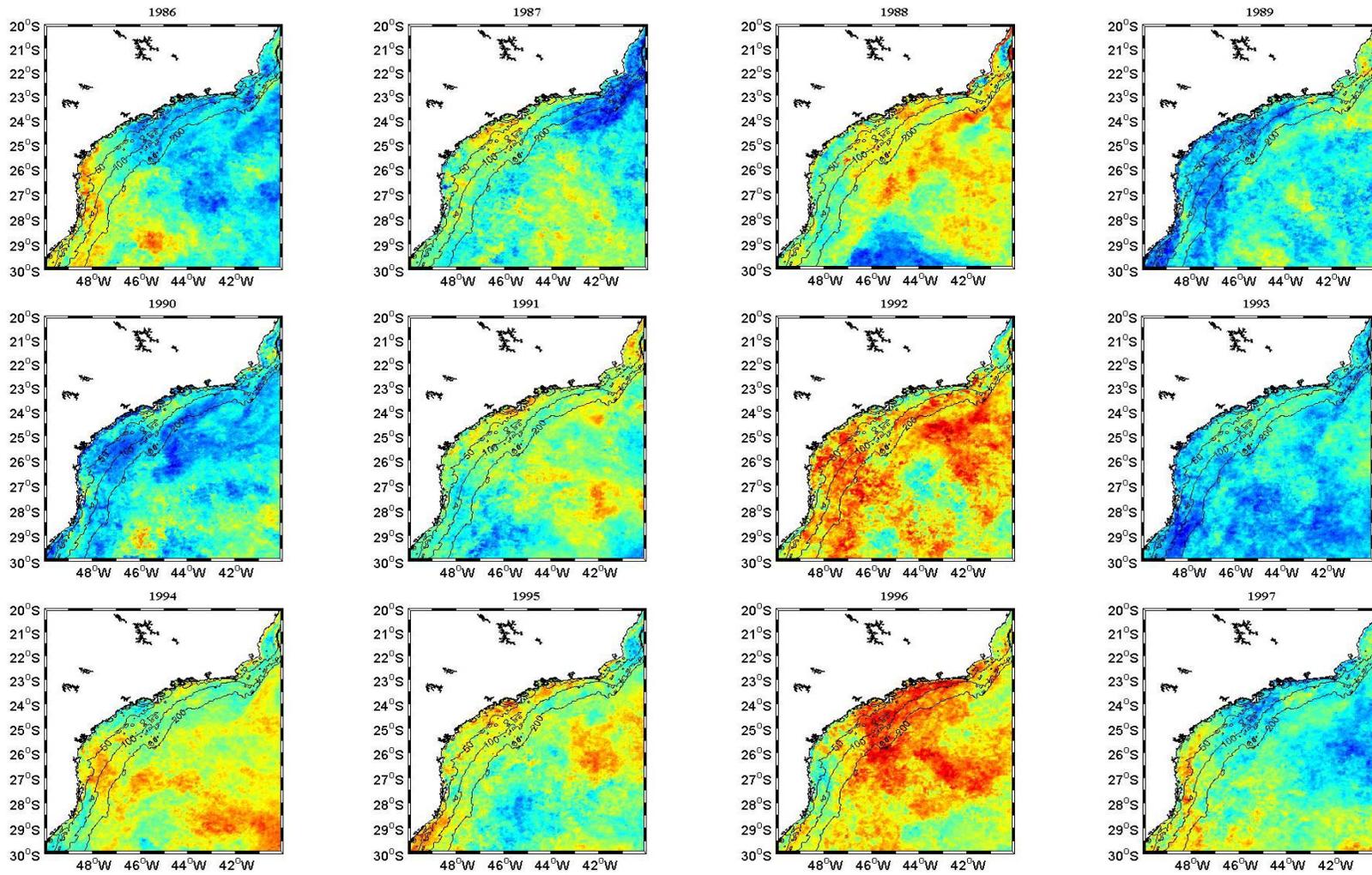


Figura A.1 –TSM média de novembro a janeiro para os anos de 1986 a.2008. Linhas isobatimétrica em metros.



continua

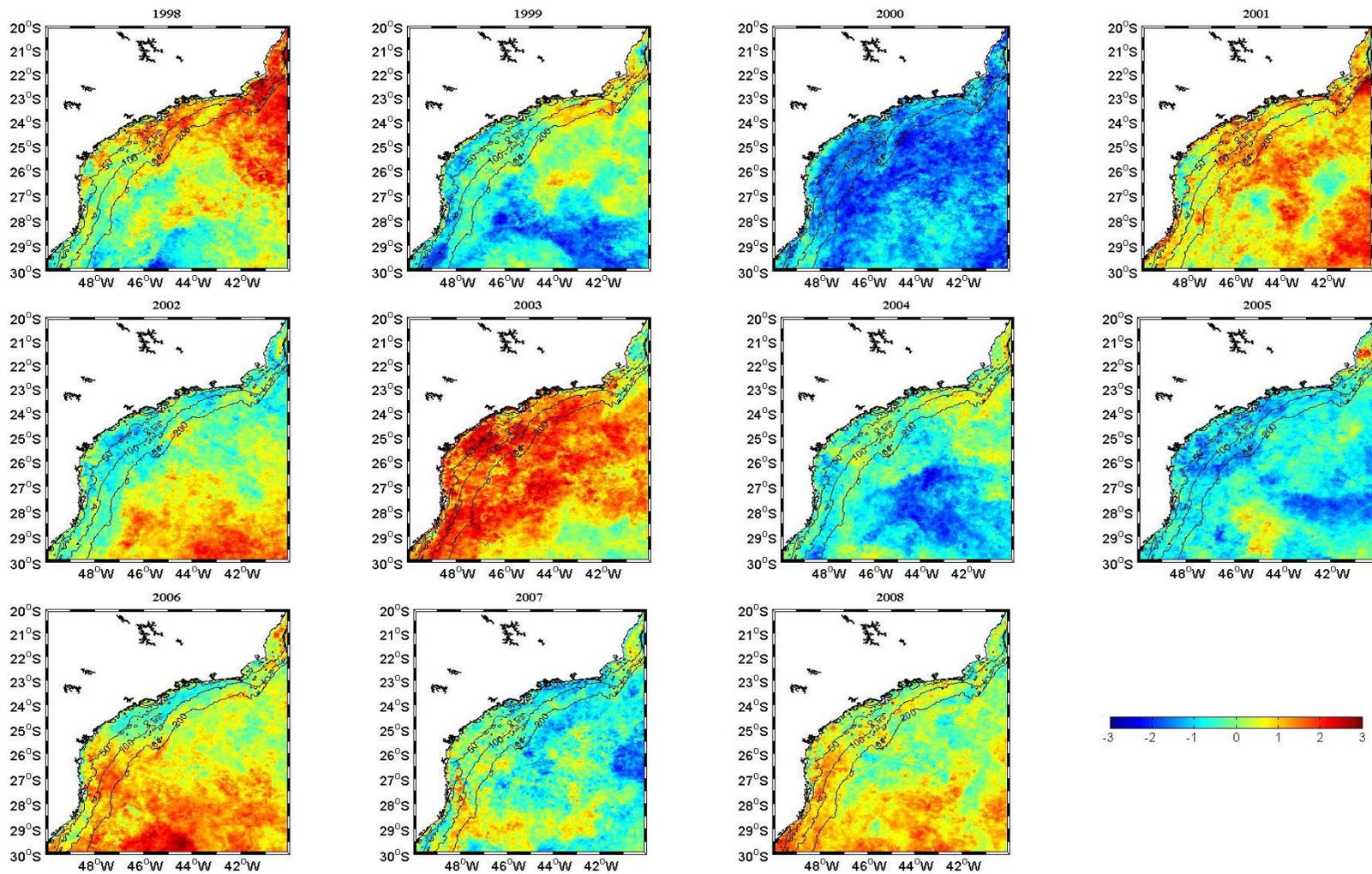
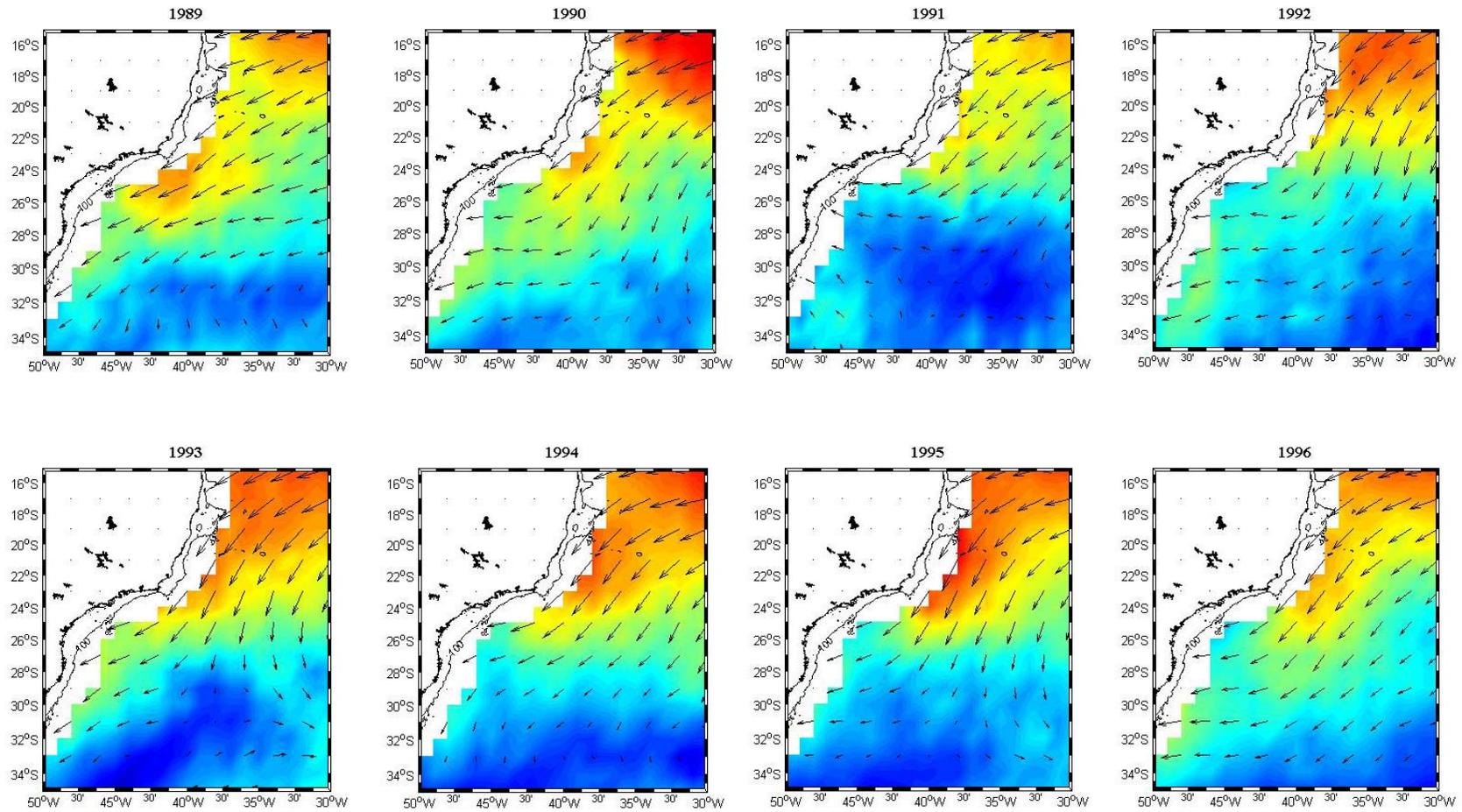


Figura A.2 – Anomalia normalizada da TSM de novembro a janeiro para os anos de 1986 a.2008. Linhas isobatimétrica em metros.

APÊNDICE B



continua

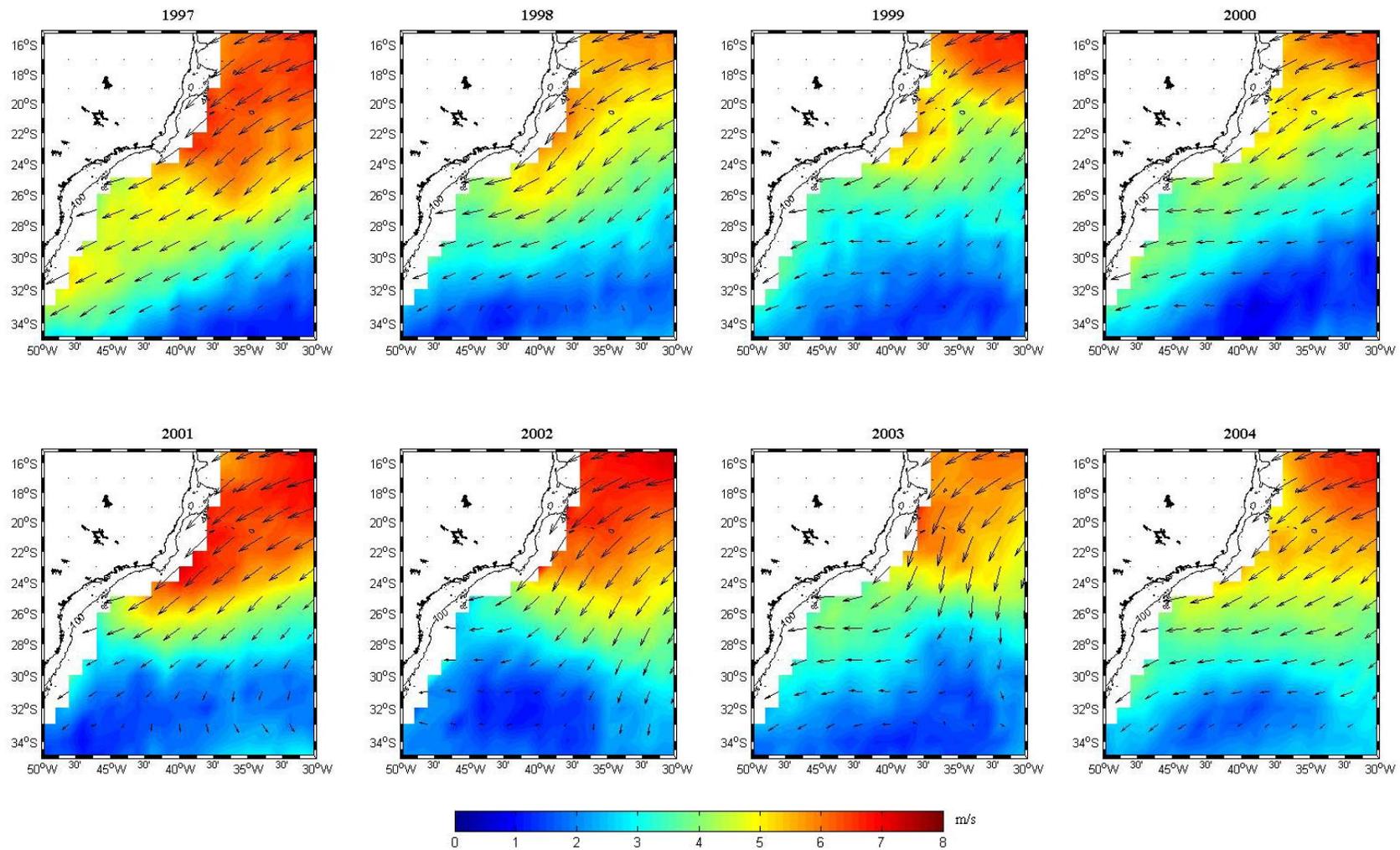


Figura B.1 –Vento da superfície do mar médio de novembro a janeiro para os anos de 1988 a.2004. Linhas isobatimétrica em metros.

APÊNDICE C

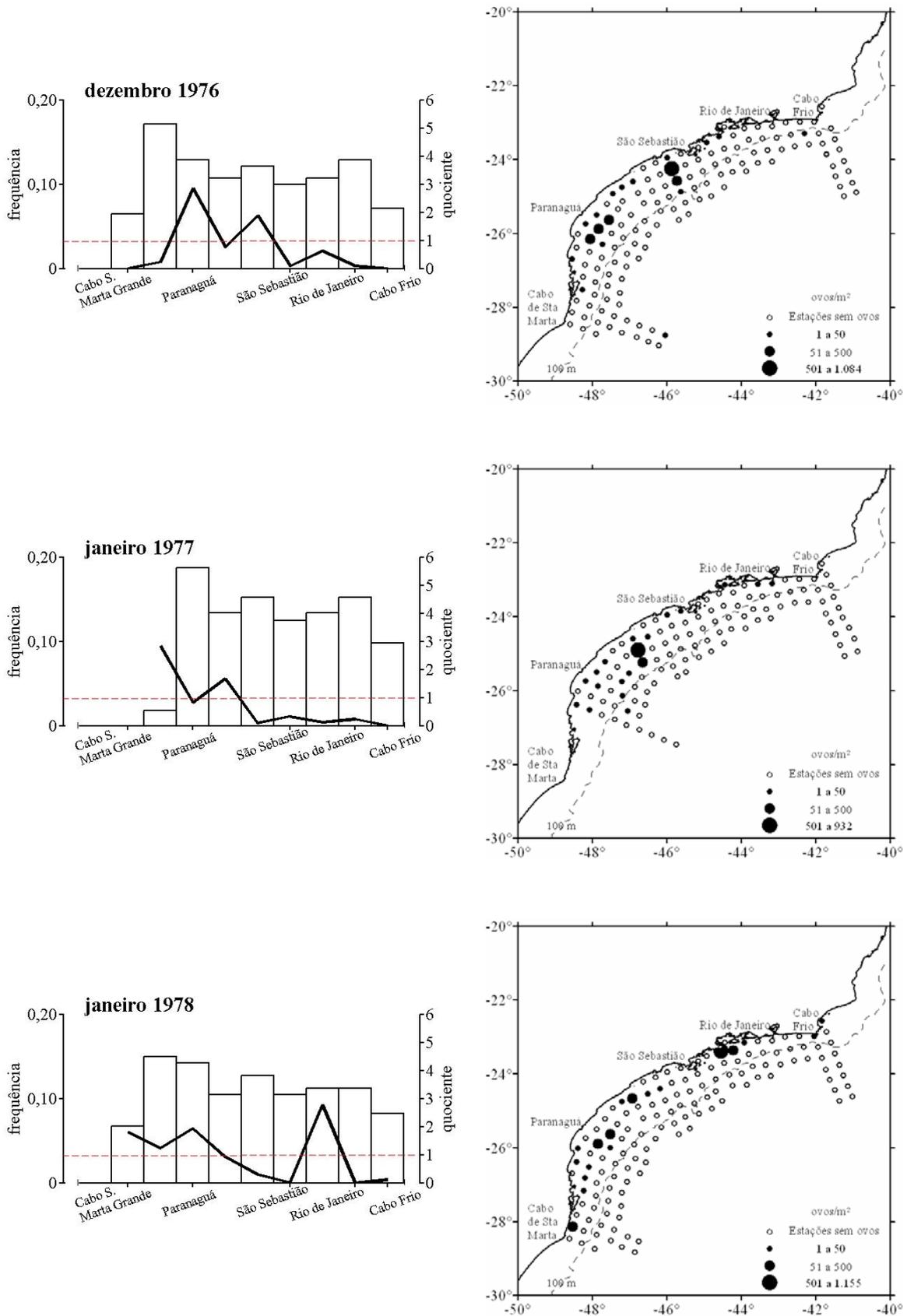


Figura C.1 – Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* nas estações de coleta para os cruzeiros entre 1976 a 1978.

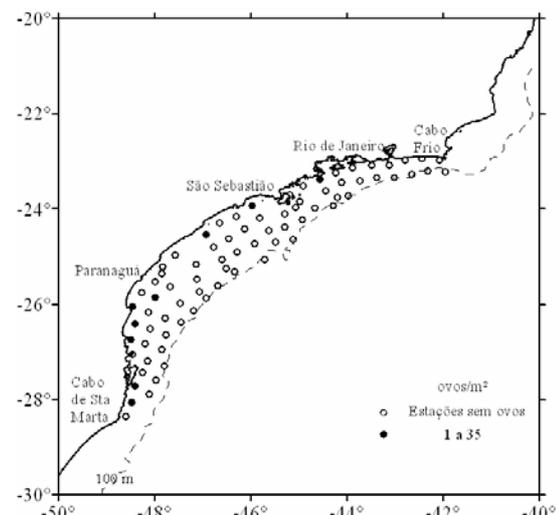
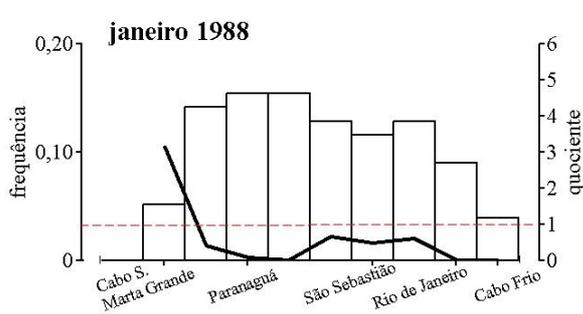
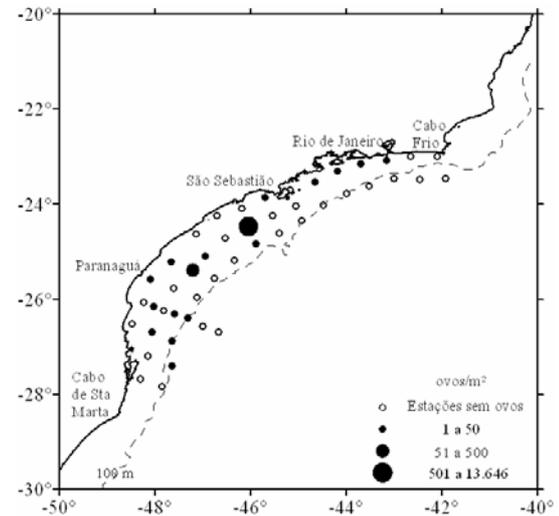
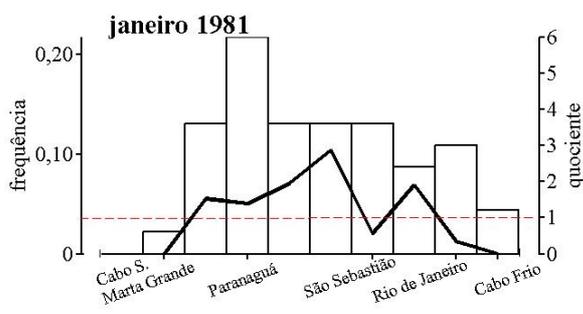
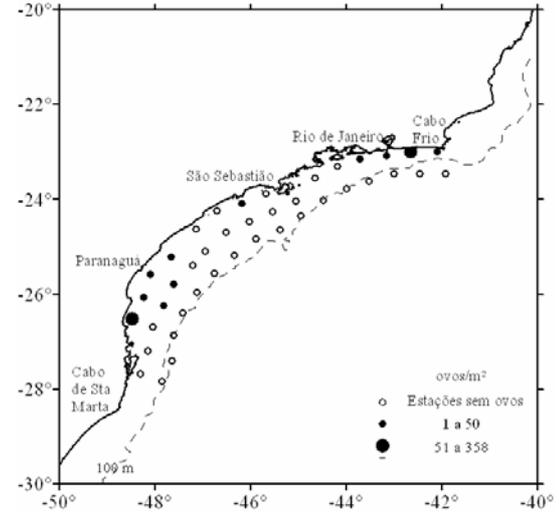
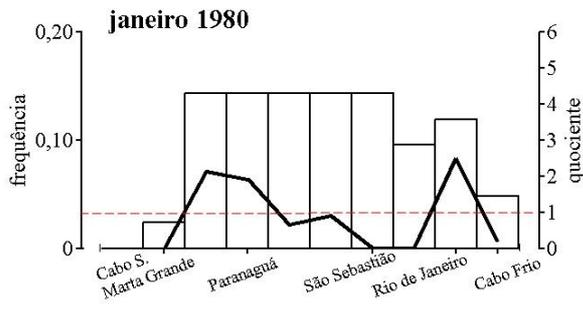


Figura C.2 – Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* nas estações de coleta para os cruzeiros entre 1980 a 1988.

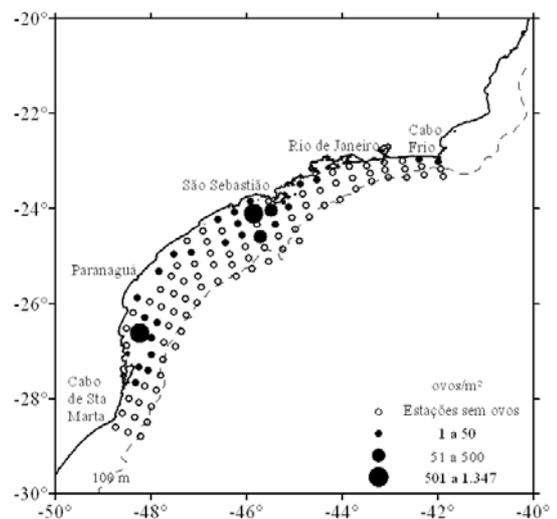
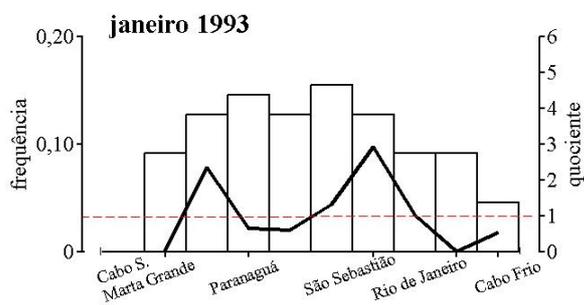
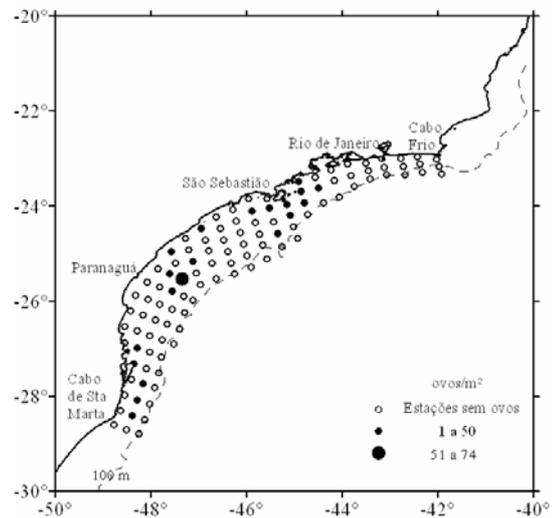
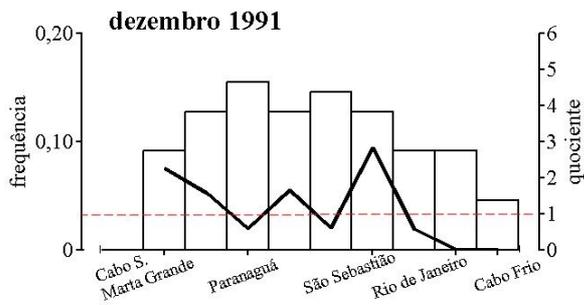
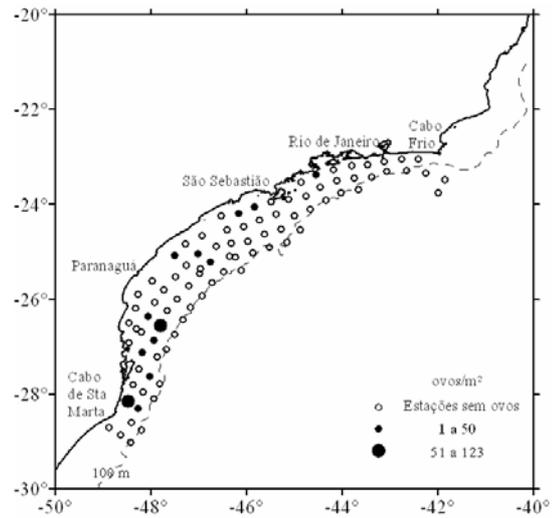
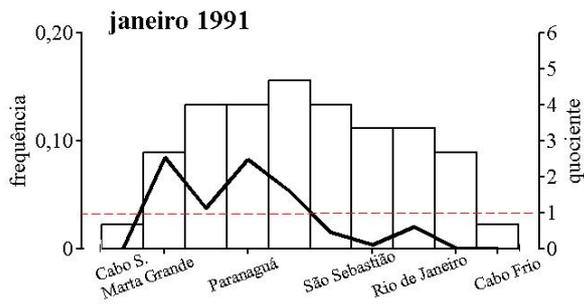


Figura C.3 – Curvas de quociente e mapas de abundância relativa dos ovos de *S. brasiliensis* nas estações de coleta para os cruzeiros entre 1991 a 1993.

APÊNDICE D

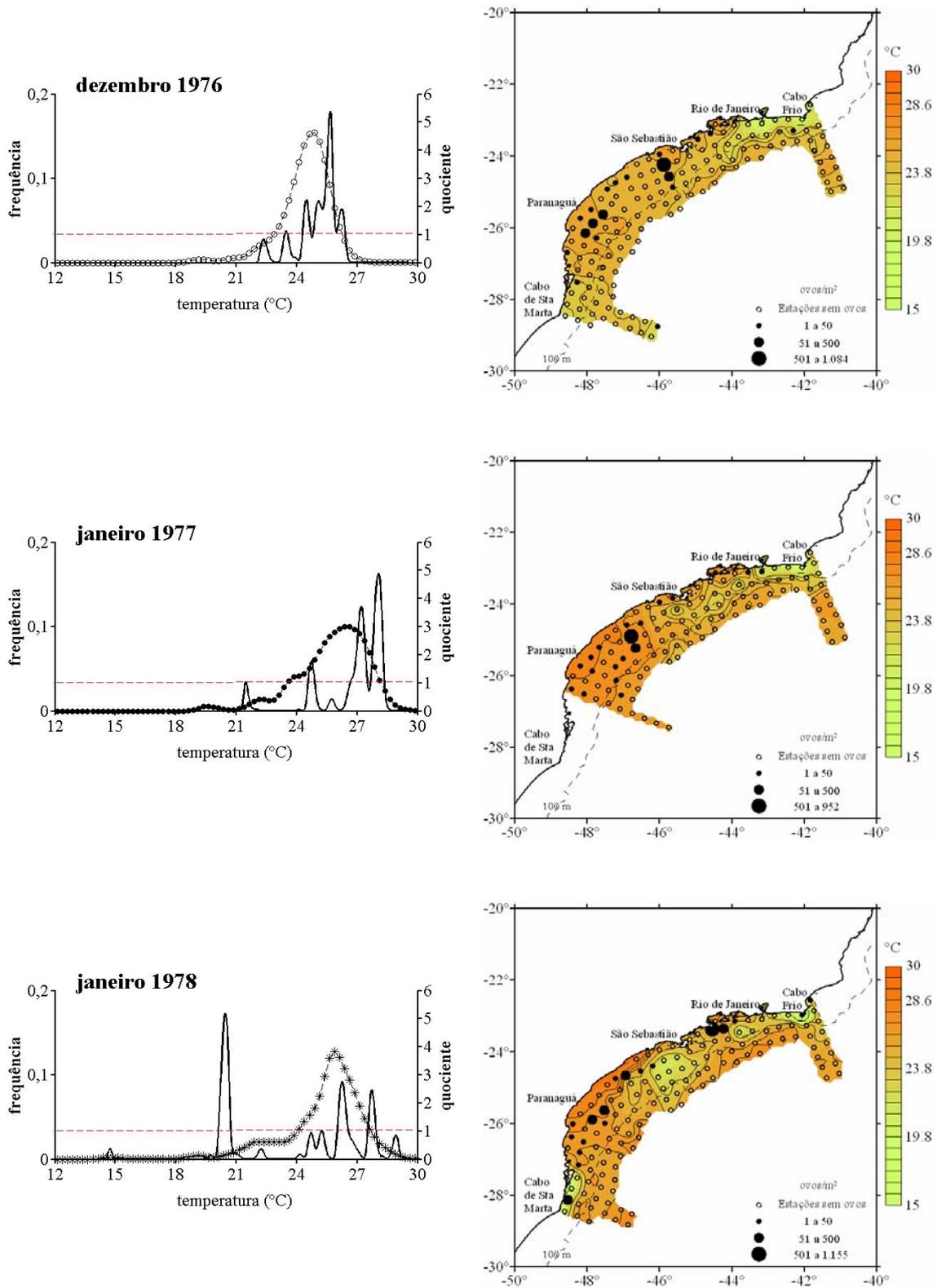


Figura D.1 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura na superfície para dezembro de 1976 a janeiro 1978.

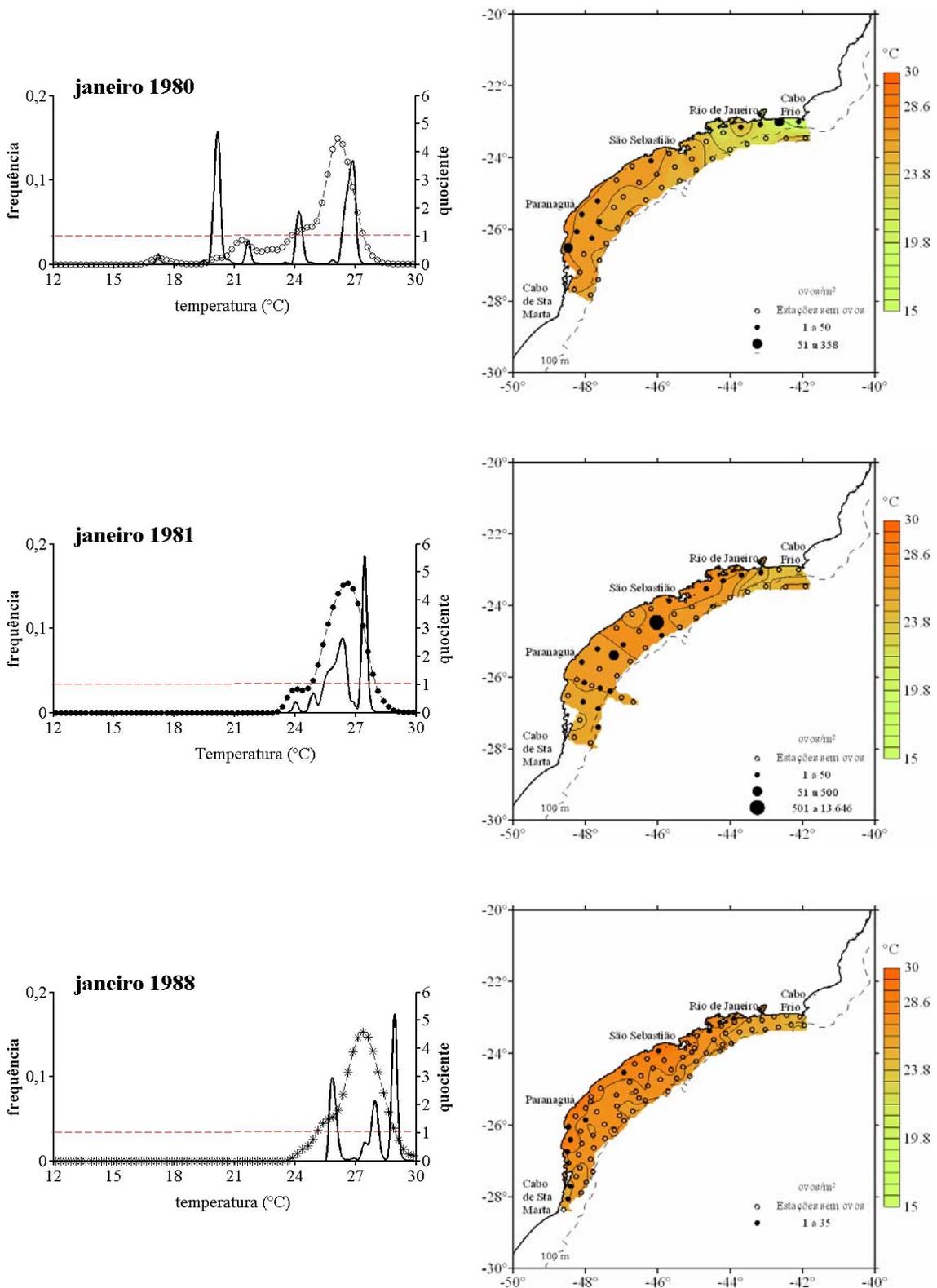


Figura D.2 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura na superfície para dezembro de 1980 a janeiro 1988.

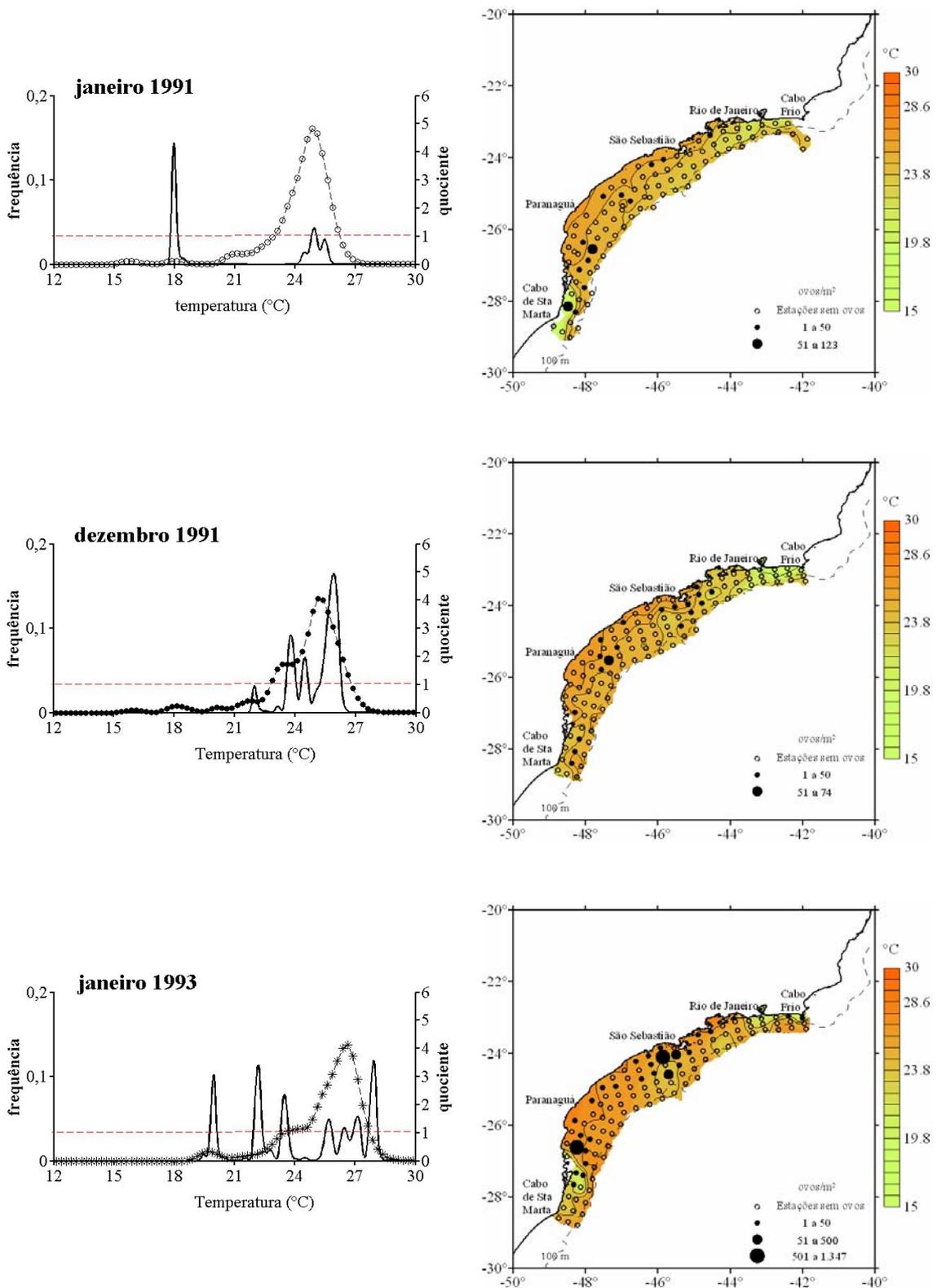


Figura D.3 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura na superfície para janeiro de 1991 a janeiro 1973.

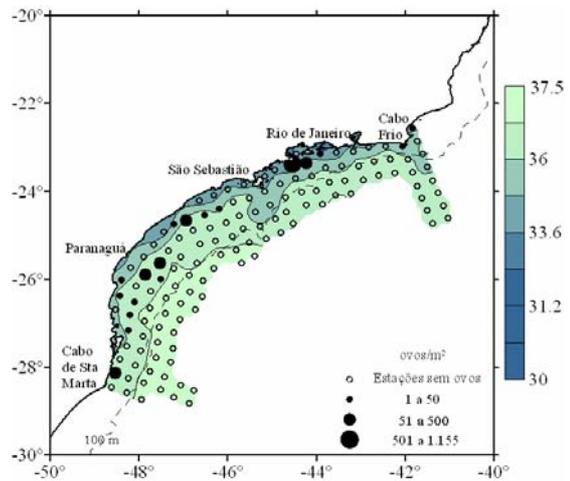
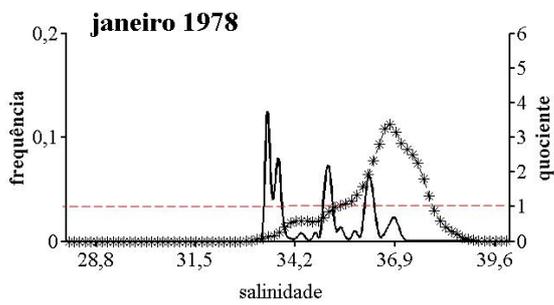
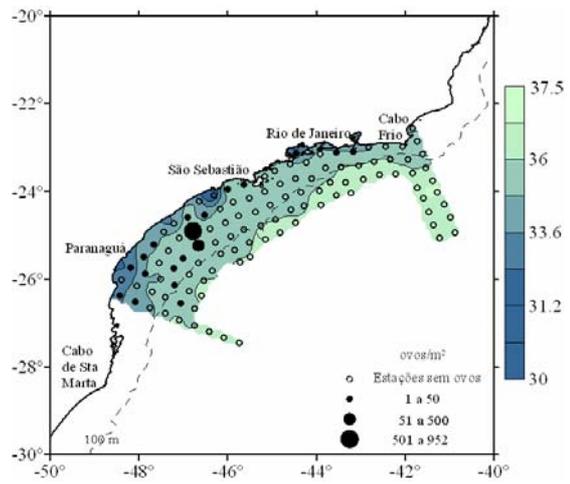
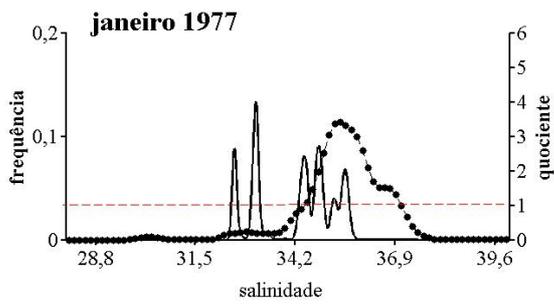
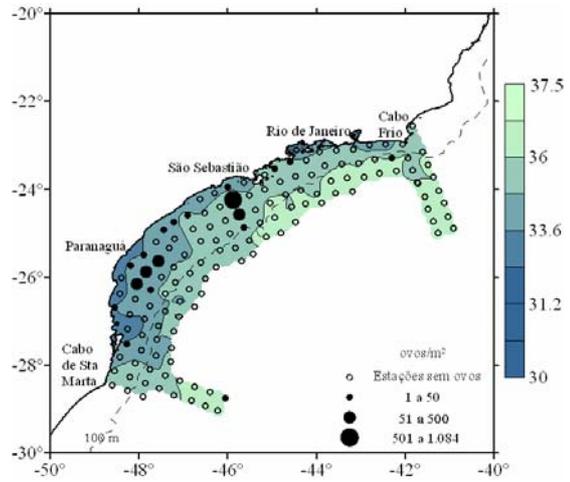
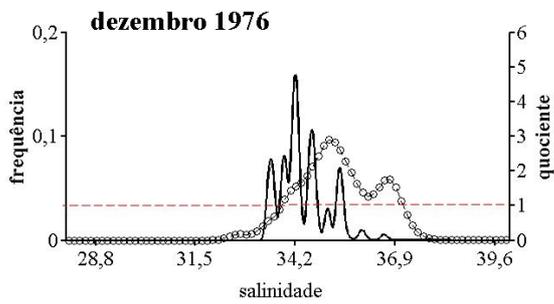


Figura D.4 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade na superfície para dezembro de 1976 a janeiro 1978.

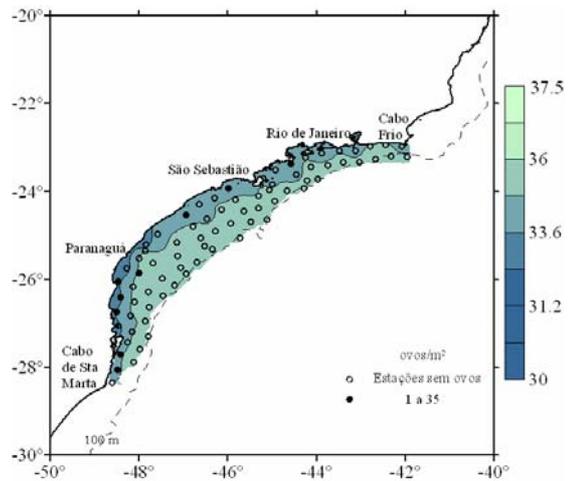
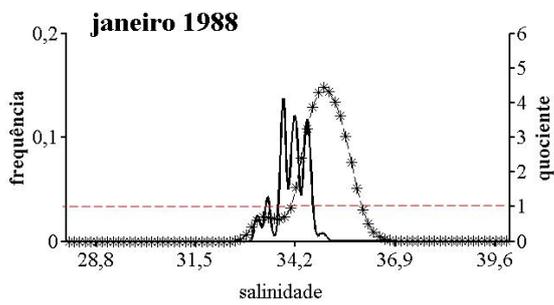
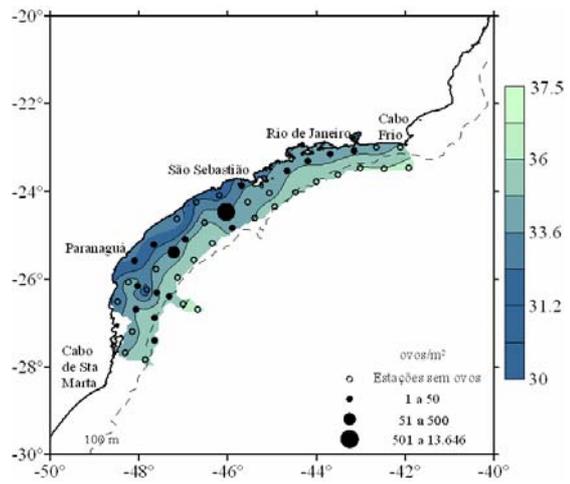
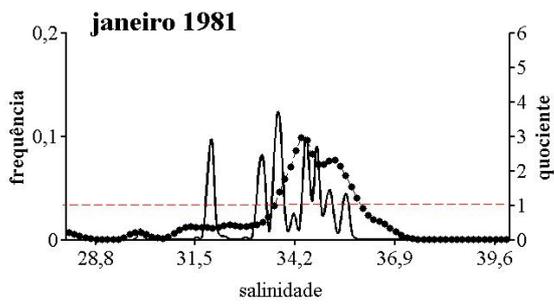
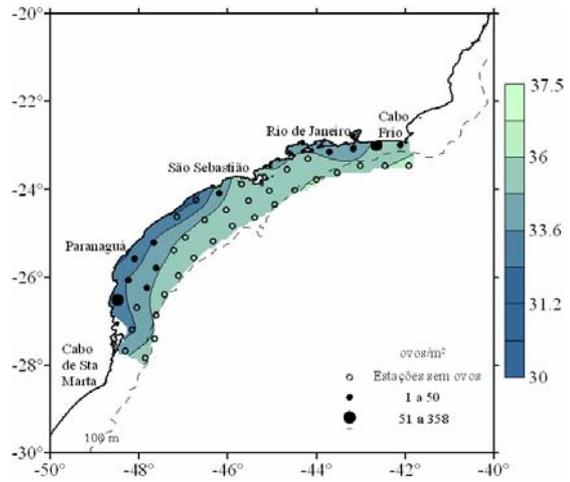
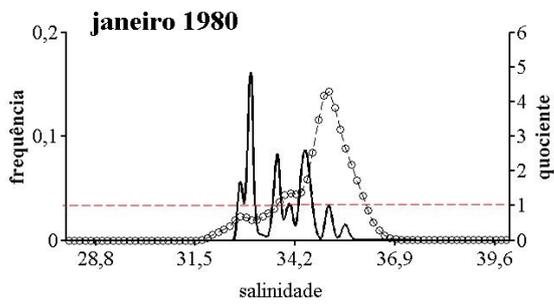


Figura D.5 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade na superfície para dezembro de 1980 a janeiro 1988.

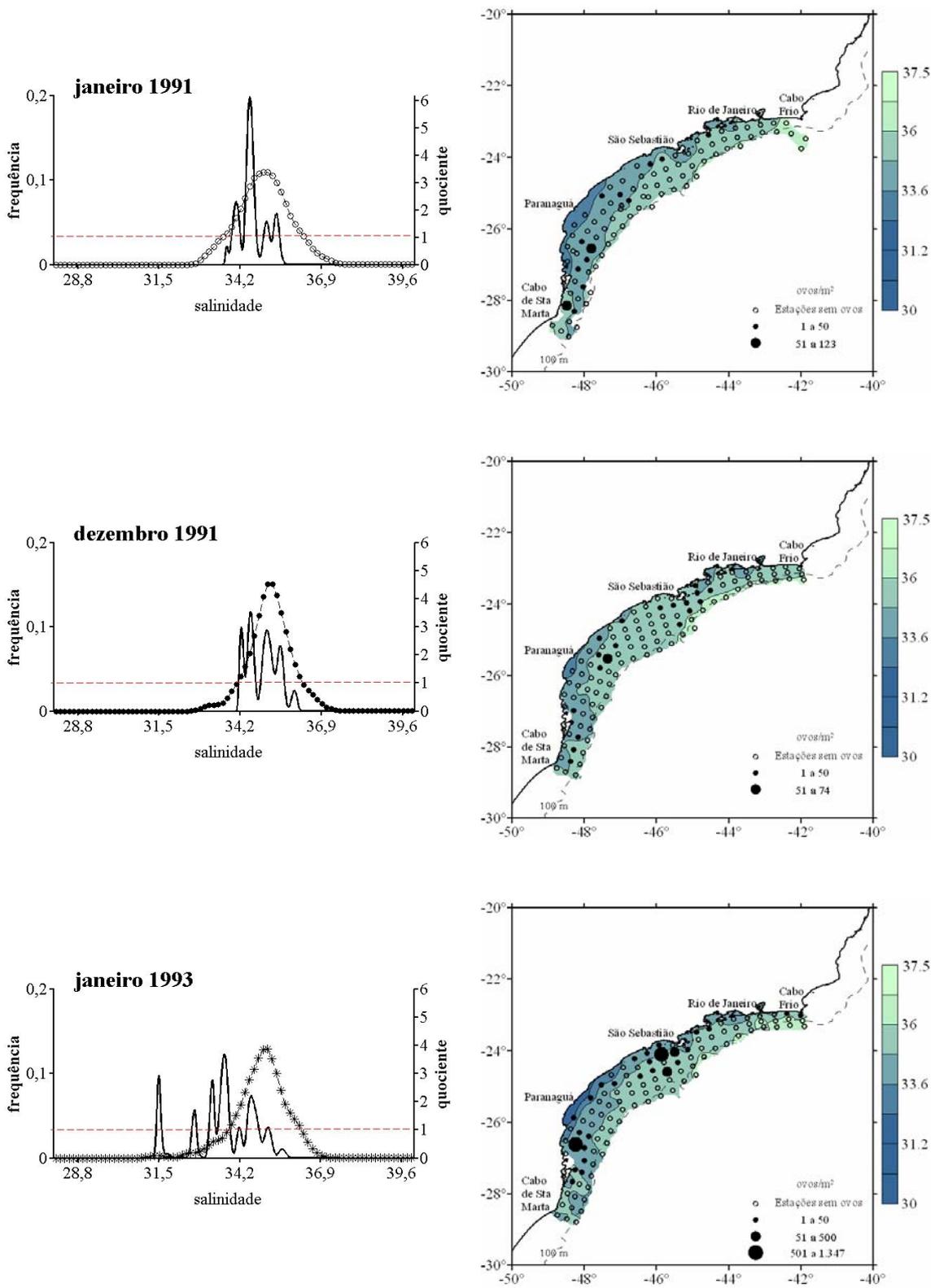


Figura D.6 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade na superfície para janeiro de 1991 a janeiro 1993.

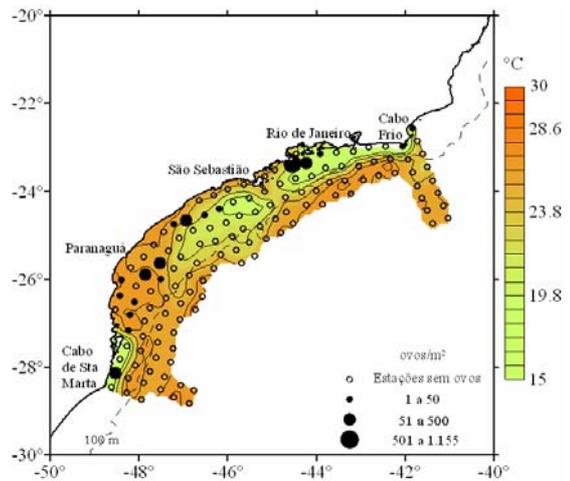
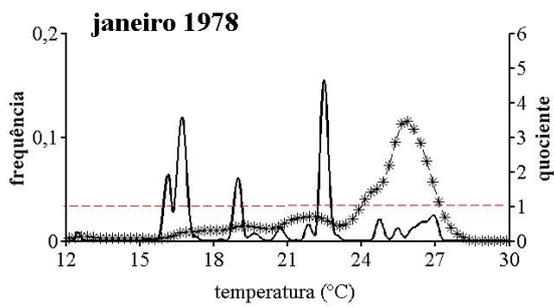
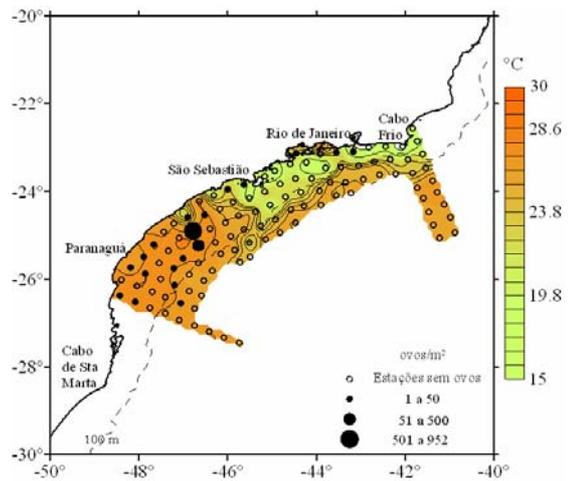
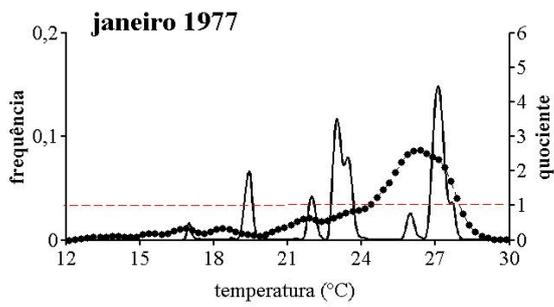
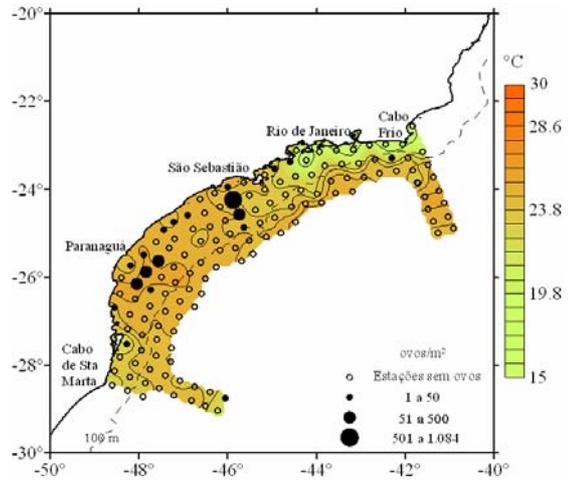
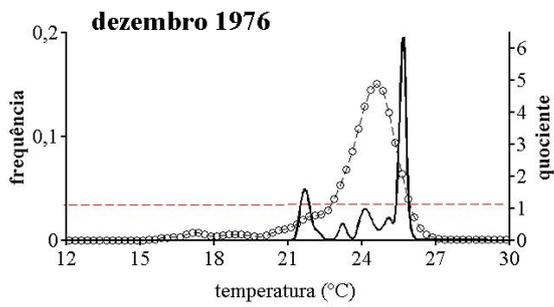


Figura D.7 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura a 10 m de profundidade para dezembro de 1976 a janeiro 1978.

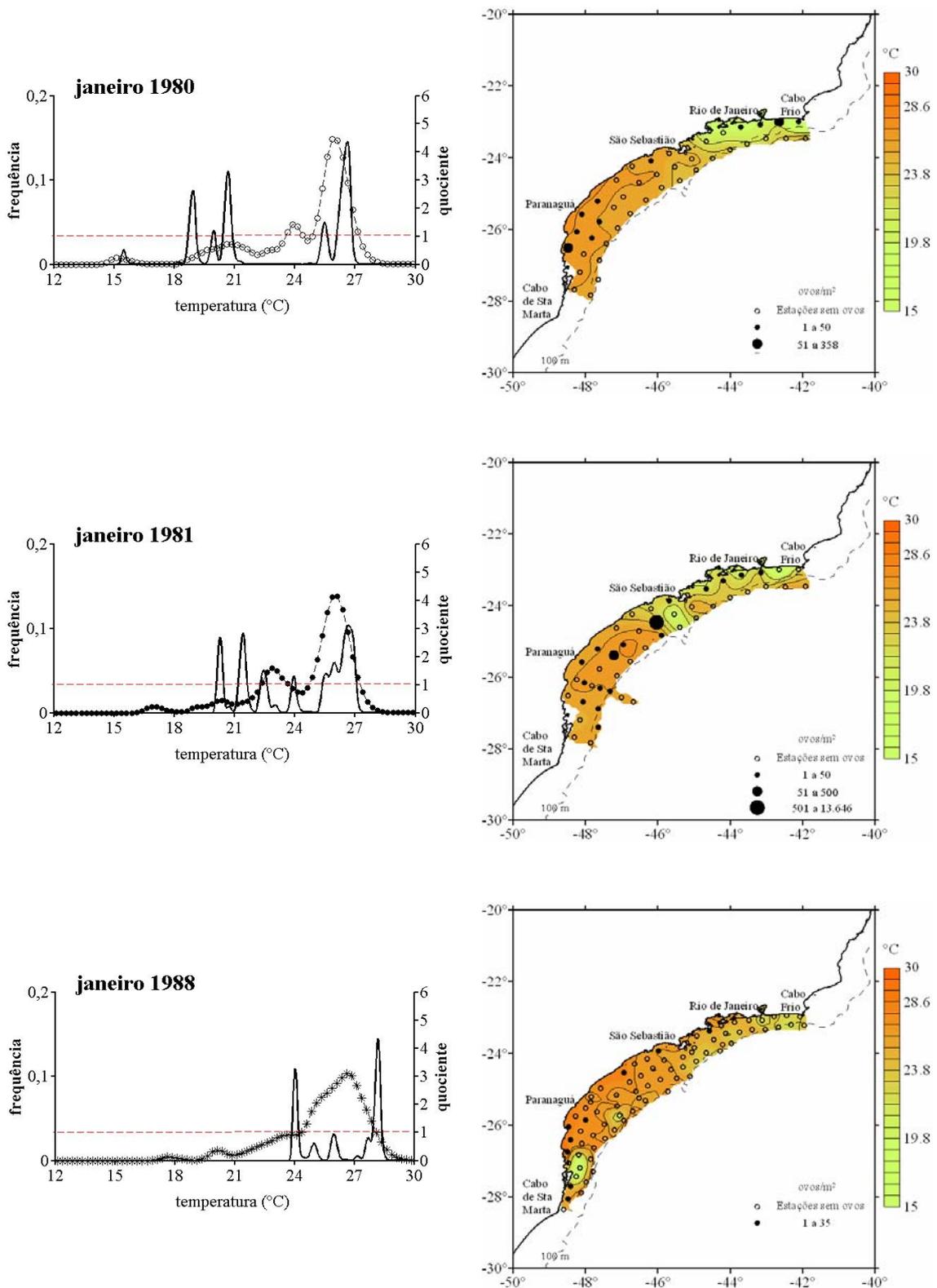


Figura D.8 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura a 10 m de profundidade para janeiro de 1980 a janeiro 1988.

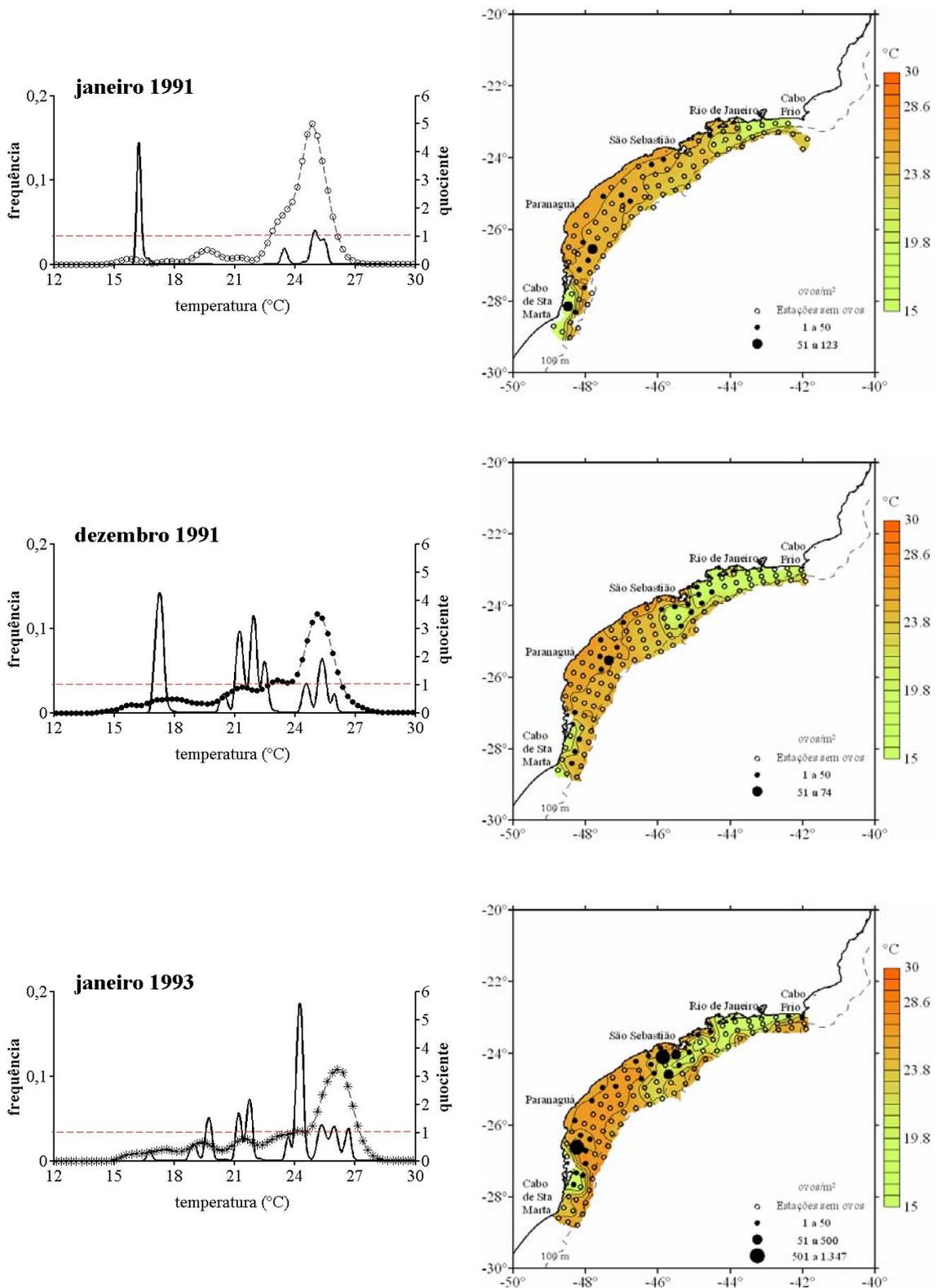


Figura D.9 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e temperatura a 10 m de profundidade para janeiro de 1991 a janeiro 1993.

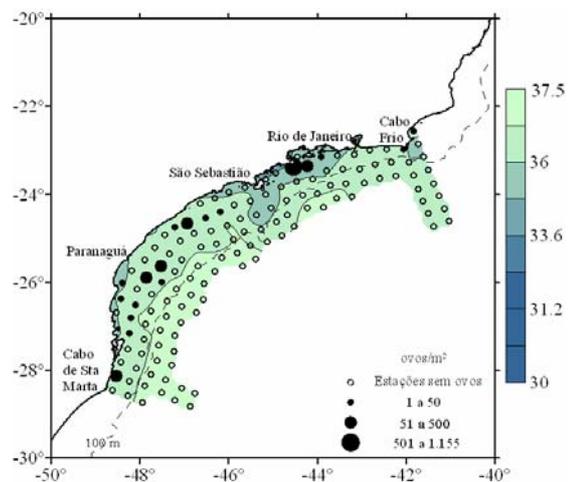
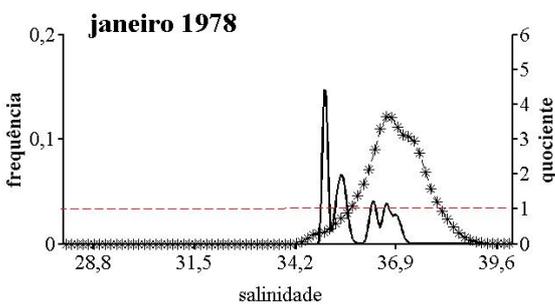
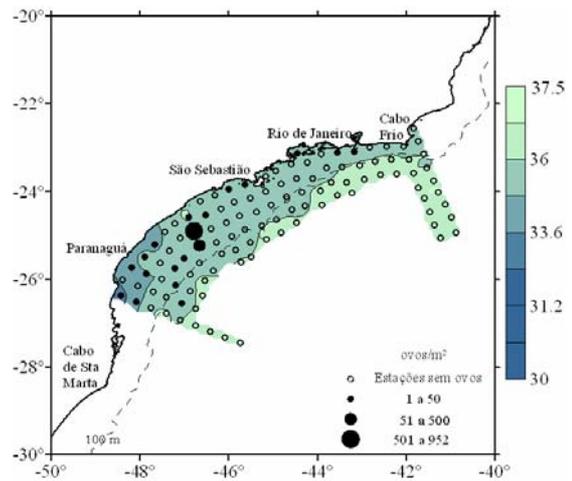
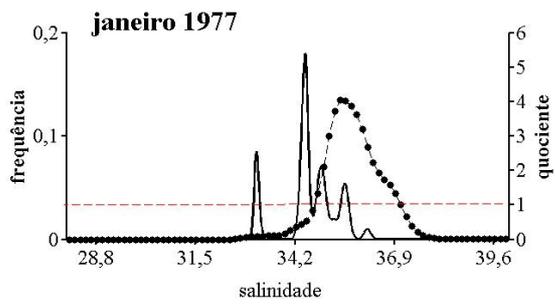
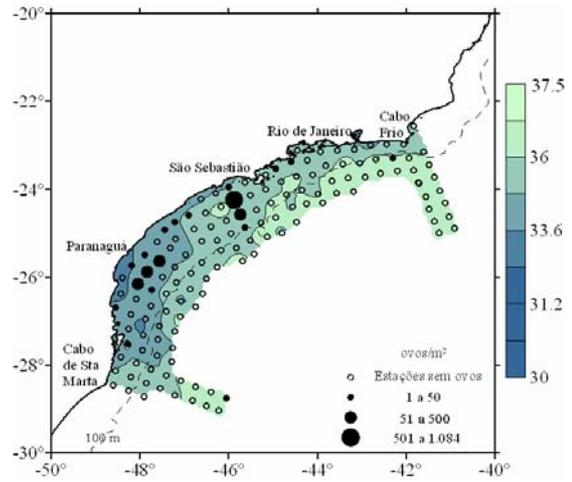
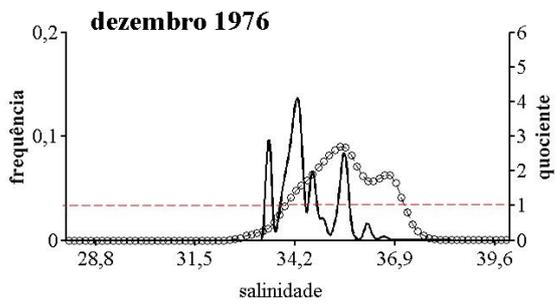


Figura D.10 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade a 10 m de profundidade para dezembro de 1976 a janeiro de 1978.

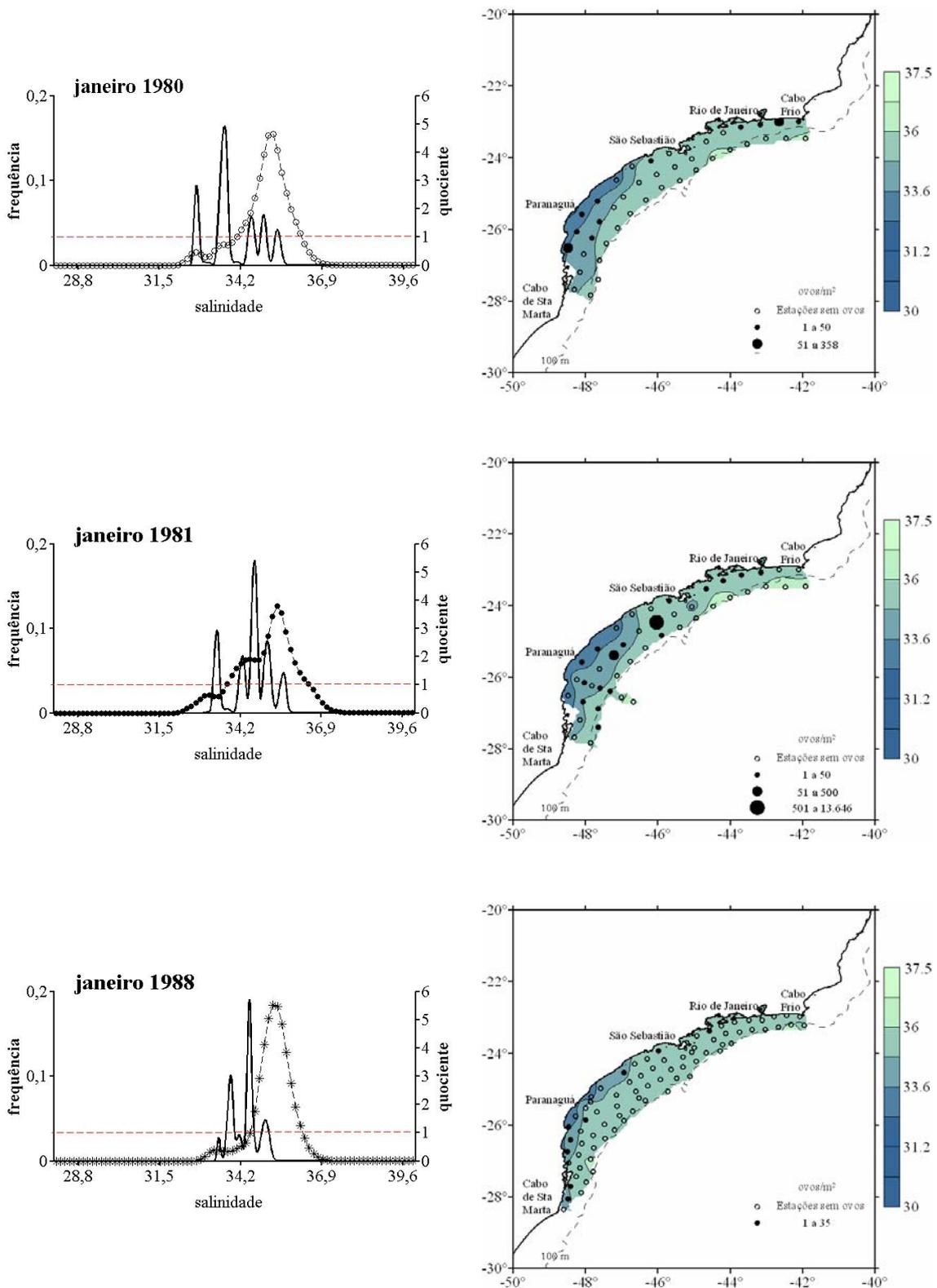


Figura D.11 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade a 10 m de profundidade para janeiro de 1980 a janeiro 1988.

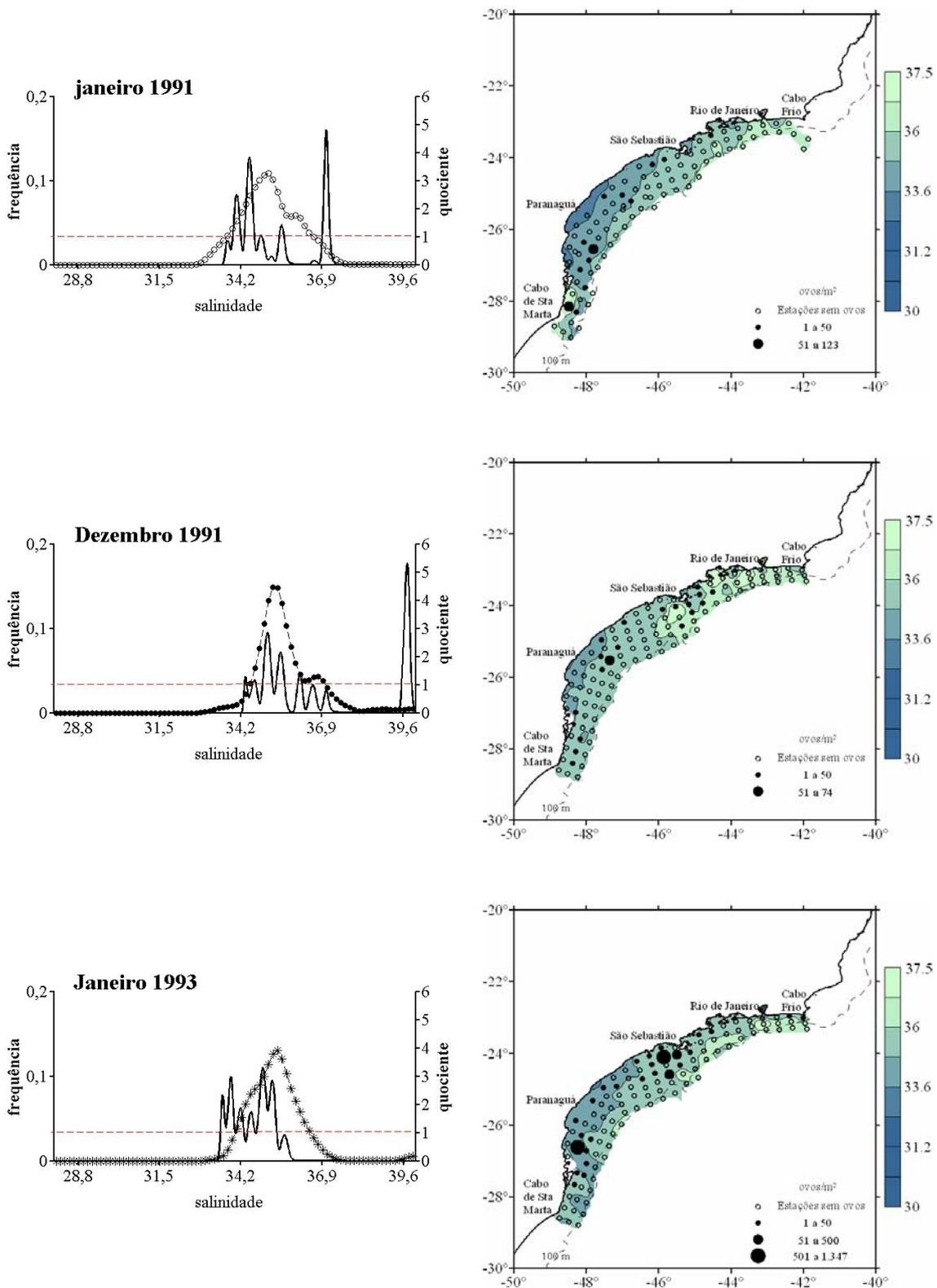


Figura D.12 - Distribuição horizontal, abundância relativa dos ovos e salinidade a 10 m de profundidade para janeiro de 1991 a janeiro 1993.

APÊNDICE E

Amostra	Lat.	Long.	Prof. local (m)	ovos/m ²	Temperatura superfície	Temperatura a10m	Salinidade superfície	Salinidade a 10m
Dezembro 1976								
1975	-28,71	-47,95	127	0	23,42	23,42	35,34	35,28
1976	-28,58	-48,30	95	0	23,49	23,49	35,24	35,25
1977	-28,45	-48,65	37	0	21,54	21,52	35,15	35,11
1978	-28,13	-48,59	30	0	23,12	23,12	34,92	34,92
1979	-28,27	-48,25	80	0	23,14	23,13	35,16	35,13
1980	-28,40	-47,90	122	0	23,74	23,66	35,65	35,64
1981	-28,53	-47,58	163	0	24,05	23,90	35,71	35,71
1982	-28,68	-47,25	440	0	24,30	24,20	34,87	34,87
1983	-28,81	-46,85	1370	0	24,24	24,15	37,03	37,07
1984	-28,92	-46,53	2640	0	23,84	23,84	37,05	37,00
1985	-29,03	-46,25	2560	0	22,22	21,96	36,57	36,53
1986	-28,75	-46,08	2640	1	22,50	22,42	36,67	36,67
1987	-28,61	-46,43	2480	0	23,57	23,58	37,03	37,04
1988	-28,49	-46,78	1180	0	23,84	23,78	37,01	37,01
1989	-28,36	-47,11	348	0	23,44	23,46	36,35	36,40
1990	-28,22	-47,45	164	0	24,11	24,12	34,93	34,95
1991	-28,09	-47,80	124	0	24,23	24,24	34,86	34,91
1992	-27,95	-48,12	92	0	24,20	24,20	34,89	34,90
1993	-27,81	-48,46	23	0	23,11	23,12	34,27	34,41
1994	-27,52	-48,32	50	4	23,68	21,98	33,64	34,93
1995	-27,65	-47,98	95	0	23,76	23,74	34,49	34,50
1996	-27,78	-47,65	136	0	24,28	24,22	34,35	34,42
1997	-27,91	-47,32	196	0	24,68	24,71	35,43	35,73
1998	-27,61	-47,30	203	0	24,62	24,40	34,66	34,69
1999	-27,42	-47,63	125	0	24,64	24,25	34,82	34,37
2000	-27,30	-47,96	87	0	24,94	24,92	33,57	33,57
2001	-27,17	-48,29	45	0	25,45	24,23	32,53	33,86
2002	-26,68	-48,58	19	0	25,12	24,34	33,56	33,97
2003	-26,84	-48,25	48	0	25,36	25,12	33,72	34,01
2004	-26,95	-47,92	68	0	24,71	24,70	33,61	33,62
2005	-27,10	-47,60	114	0	24,60	24,54	34,55	34,65
2006	-27,22	-47,25	147	0	24,99	24,92	35,24	35,70
2007	-26,90	-47,12	132	0	25,27	24,72	36,09	36,13
2008	-26,78	-47,45	107	0	25,61	24,95	34,36	34,83
2009	-26,65	-47,79	68	0	25,51	25,00	34,00	34,05
2010	-26,50	-48,12	50	0	25,74	*	34,06	34,09
2011	-26,37	-48,47	19	0	25,77	25,59	32,86	32,96

continua

2012	-26,02	-48,44	18	0	25,92	25,33	32,90	33,12
2013	-26,15	-48,09	41	284	25,52	25,52	34,17	34,12
2014	-26,28	-47,77	61	35	25,32	25,30	34,16	34,16
2015	-26,37	-47,44	92	0	25,22	25,20	35,10	35,12
2016	-26,54	-47,11	124	0	24,94	24,92	34,58	34,59
2017	-26,68	-46,79	170	0	25,11	25,00	35,18	35,27
2018	-26,38	-46,62	183	0	25,38	24,74	35,50	35,79
2019	-26,27	-46,90	127	0	25,36	25,33	35,43	35,43
2020	-26,11	-47,22	94	0	25,56	25,56	35,08	35,06
2021	-26,00	-47,54	64	0	25,54	25,51	34,25	34,25
2022	-25,88	-47,88	44	187	25,92	25,76	34,24	34,37
2023	-25,73	-48,23	19	4	25,48	24,03	33,86	33,51
2024	-25,49	-47,93	22	1	25,84	25,46	33,52	33,96
2025	-25,63	-47,59	52	183	25,22	25,19	34,27	34,34
2026	-25,76	-47,26	64	0	25,53	25,49	34,79	34,76
2027	-25,90	-46,88	114	0	25,37	25,37	35,10	35,08
2028	-26,04	-46,54	132	0	25,13	25,14	35,49	35,45
2029	-25,78	-46,30	136	0	25,16	25,15	35,65	35,65
2030	-25,66	-46,64	106	0	25,32	25,25	35,03	35,05
2031	-25,50	-47,00	63	0	25,10	25,14	34,67	34,68
2032	-25,34	-47,36	47	0	24,69	25,04	34,42	34,43
2033	-25,19	-47,65	23	0	25,04	25,04	34,11	34,11
2034	-25,12	-47,23	36	0	24,99	24,99	34,53	34,52
2035	-24,92	-47,48	22	1	24,74	24,73	34,14	34,12
2036	-24,74	-47,25	23	44	24,51	24,42	34,64	34,62
2037	-24,58	-46,94	26	1	24,76	24,75	34,86	34,86
2038	-24,90	-46,82	44	0	24,99	24,97	34,89	34,90
2039	-25,18	-46,65	62	0	24,88	24,23	34,99	35,00
2040	-25,16	-46,30	77	0	24,96	24,96	35,03	35,00
2041	-24,84	-46,43	57	0	24,66	24,64	35,18	35,19
2042	-24,53	-46,55	43	0	24,75	24,74	34,81	35,81
2043	-24,22	-46,67	18	0	24,82	24,82	34,49	34,49
2044	-24,09	-46,34	20	0	25,00	24,52	34,29	34,59
2045	-24,40	-46,21	40	0	25,01	24,60	35,36	36,38
2046	-24,71	-46,09	61	0	25,21	24,60	35,63	35,66
2047	-25,01	-45,98	80	0	24,92	24,50	35,65	35,74
2048	-25,40	-46,20	105	0	25,24	25,23	35,16	35,13
2049	-25,33	-45,86	115	0	25,01	25,01	35,63	35,63
2050	-25,63	-45,72	148	0	24,40	24,40	35,68	36,68
2051	-25,47	-45,45	125	0	24,03	23,64	35,48	35,46
2052	-25,16	-45,54	102	0	24,73	24,66	35,92	35,91
2053	-24,86	-45,66	84	3	24,71	24,48	35,38	35,40
2054	-24,56	-45,78	65	173	25,06	24,52	35,50	35,48

continua

2055	-24,25	-45,91	50	1083	24,64	24,10	35,46	35,55
2056	-23,94	-46,03	20	1	26,42	24,79	34,53	34,70
2057	-23,84	-45,66	19	0	26,32	24,72	34,16	35,15
2058	-24,15	-45,54	50	0	25,74	23,42	35,00	35,59
2059	-24,46	-45,41	71	0	24,29	23,38	35,34	35,09
2060	-24,76	-45,30	92	0	24,04	24,10	35,84	35,85
2061	-25,08	-45,15	123	0	24,73	24,72	36,80	36,90
2062	-24,98	-44,84	144	0	24,87	24,70	36,73	35,71
2063	-24,63	-44,96	124	0	24,75	24,29	36,49	36,52
2064	-24,31	-45,08	81	0	24,10	23,35	36,32	36,28
2065	-24,00	-45,20	74	0	24,24	24,08	35,39	35,37
2066	-23,67	-45,20	24	0	24,34	23,61	35,27	35,38
2067	-23,53	-44,97	35	28	25,56	23,48	35,15	35,55
2068	-23,83	-44,85	65	0	24,70	22,30	35,37	35,97
2069	-24,12	-44,73	98	0	23,90	23,72	36,01	36,02
2070	-24,41	-44,59	140	0	24,00	23,79	35,83	35,84
2071	-24,75	-44,50	382	0	25,56	25,54	36,87	36,83
2072	-24,33	-44,27	183	0	25,24	25,16	36,79	36,81
2073	-24,01	-44,38	128	0	23,85	23,44	36,03	35,92
2074	-23,70	-44,50	68	0	24,20	22,27	35,75	36,09
2075	-23,38	-44,63	41	1	24,05	21,56	35,05	35,34
2076	-23,12	-44,49	27	0	26,50	20,63	33,43	35,24
2077	-23,35	-44,26	49	0	25,06	17,28	35,07	35,58
2078	-23,66	-44,14	89	0	22,72	21,02	35,46	35,92
2079	-24,10	-44,01	125	0	23,06	23,06	35,71	35,74
2080	-24,31	-43,91	304	0	25,30	25,30	36,92	36,94
2081	-24,08	-43,59	146	0	24,96	24,96	36,83	36,80
2082	-23,81	-43,70	116	0	24,42	24,42	36,56	36,56
2083	-23,46	-43,83	82	0	22,26	22,24	35,20	35,33
2084	-23,15	-43,95	35	0	24,15	19,74	34,81	35,40
2085	-23,11	-43,58	37	0	21,03	18,94	35,06	35,45
2086	-23,43	-43,46	97	0	22,92	22,64	35,98	36,36
2087	-23,74	-43,34	126	0	24,91	24,86	36,74	36,56
2088	-24,05	-43,21	280	0	24,81	24,82	36,64	36,63
2089	-23,73	-42,95	129	0	24,63	24,62	36,69	36,64
2090	-23,42	-43,08	108	0	22,50	22,08	35,80	35,92
2091	-23,10	-43,20	55	0	19,56	17,58	35,45	35,73
2092	-23,00	-42,83	38	0	20,90	20,80	33,99	34,44
2093	-23,32	-42,71	105	0	24,18	24,20	36,61	36,63
2094	-23,64	-42,60	127	0	24,22	24,18	36,55	36,55
2095	-23,58	-42,22	161	0	24,36	24,36	36,50	36,44
2096	-23,30	-42,33	124	1	22,40	22,08	36,10	36,12
2097	-22,98	-42,46	50	0	22,20	17,40	34,17	35,43

continua

2099	-23,28	-41,96	124	0	23,44	23,48	36,05	36,08
2100	-23,57	-41,85	152	0	23,74	23,76	35,27	36,64
2101	-23,86	-41,74	707	0	23,74	23,72	36,26	36,26
2102	-24,17	-41,58	1650	0	25,52	25,42	36,90	36,89
2103	-24,44	-41,50	2280	0	25,72	25,44	36,94	36,94
2104	-24,73	-41,38	2640	0	24,83	24,82	36,99	37,02
2105	-24,99	-41,28	2730	0	24,50	24,47	36,94	36,93
2106	-24,88	-40,94	2808	0	24,40	24,41	36,96	36,95
2107	-24,62	-41,05	2770	0	25,12	25,12	37,01	37,02
2108	-24,32	-41,15	2540	0	25,40	25,42	37,00	37,03
2109	-24,03	-41,27	1850	0	25,34	25,34	37,06	37,05
2110	-23,73	-41,39	1360	0	24,62	24,87	356,95	36,94
2111	-23,45	-41,51	120	0	24,30	24,21	36,68	36,72
2112	-23,15	-41,63	98	0	22,41	20,85	35,66	35,72
2113	-23,85	-41,75	58	0	23,62	22,58	36,13	36,10
2114	-22,56	-41,86	38	0	23,20	18,96	34,86	36,11
Janeiro 1977								
2115	-22,56	-41,86	29	0	23,76	18,68	34,23	35,58
2116	-22,85	-41,75	56	0	22,49	18,54	35,67	35,72
2117	-23,15	-41,63	98	0	22,38	20,89	35,81	36,03
2118	-23,46	-41,55	124	0	24,17	23,88	35,96	35,96
2119	-23,76	-41,41	930	0	26,54	26,52	37,06	37,05
2120	-24,01	-41,31	1750	0	26,80	26,78	37,28	37,19
2121	-24,30	-41,14	2500	0	26,29	26,26	36,76	36,78
2122	-24,58	-41,00	2617	0	26,17	26,09	36,72	36,73
2123	-24,94	-40,90	3050	0	25,92	25,92	36,88	36,80
2124	-25,05	-41,25	2700	0	25,88	25,83	36,93	36,84
2125	-24,76	-41,38	2660	0	25,83	25,82	36,51	36,48
2126	-24,46	-41,49	2400	0	25,75	25,78	36,83	36,86
2127	-24,16	-41,62	1800	0	26,69	26,63	37,14	37,14
2128	-23,91	-41,76	960	0	26,32	26,30	36,99	37,00
2129	-23,58	-41,85	150	0	23,72	23,45	36,05	36,06
2130	-23,27	-41,97	120	0	23,73	22,48	35,97	36,06
2131	-22,98	-42,08	54	0	19,74	13,38	35,63	35,32
2132	-22,97	-42,47	39	0	19,78	17,14	35,68	35,26
2133	-23,28	-42,35	120	0	23,99	21,38	35,93	36,27
2134	-23,60	-42,24	148	0	24,00	24,00	36,19	36,19
2135	-23,62	-42,61	130	0	25,20	25,20	36,43	36,43
2136	-23,32	-42,73	105	0	24,18	23,86	36,12	36,16
2137	-23,00	-42,85	34	0	22,03	14,40	34,63	35,43
2138	-23,10	-43,20	52	1	21,51	17,20	34,92	35,28
2139	-23,42	-43,07	114	0	25,38	24,36	36,09	36,24
2140	-23,73	-42,98	130	0	25,40	25,00	36,23	36,21

continua

2141	-24,03	-43,25	190	0	26,27	26,04	37,03	37,01
2142	-23,78	-43,36	128	0	25,60	25,32	36,24	36,44
2143	-23,44	-43,47	100	0	25,11	24,51	36,06	36,05
2144	-23,11	-43,58	45	7	24,80	23,08	34,91	35,02
2145	-23,15	-43,95	35	0	26,14	25,28	35,04	35,08
2146	-23,46	-43,81	80	0	22,46	15,67	35,00	35,40
2147	-23,79	-43,71	118	0	25,42	25,11	36,04	36,03
2148	-24,08	-43,59	144	0	25,22	25,01	36,66	36,66
2149	-24,30	-43,93	284	0	26,20	25,82	36,52	36,52
2150	-23,98	-43,96	128	0	25,52	24,83	36,14	36,13
2151	-23,71	-44,13	95	0	24,00	21,87	35,40	35,83
2152	-23,35	-44,26	48	0	26,16	16,91	35,04	35,54
2153	-23,14	-44,48	30	2	26,80	23,50	32,57	35,41
2154	-23,38	-44,63	41	0	24,72	21,68	35,11	35,46
2155	-23,70	-44,51	68	0	23,60	21,54	35,35	35,66
2156	-24,02	-44,37	130	0	23,47	22,10	35,79	35,89
2157	-24,33	-44,31	163	0	25,03	24,84	35,78	35,79
2158	-24,71	-44,50	310	0	25,31	25,19	36,19	36,20
2159	-24,42	-44,61	140	0	25,34	25,32	35,94	35,93
2160	-24,12	-44,74	99	0	23,81	21,76	35,78	36,03
2161	-23,82	-44,85	67	0	24,86	20,94	35,16	35,33
2162	-23,53	-44,97	35	0	26,02	16,68	34,95	35,57
2163	-23,65	-45,20	20	0	26,02	15,62	34,92	35,58
2164	-24,00	-45,20	70	0	25,02	23,28	35,17	35,37
2165	-24,31	-45,08	81	0	24,30	18,72	35,12	35,70
2166	-24,63	-44,95	120	0	24,57	24,48	35,93	35,94
2167	-24,94	-44,85	136	0	25,72	25,64	36,62	36,62
2168	-25,08	-45,18	115	0	25,96	25,82	36,86	36,65
2169	-24,78	-45,28	98	0	25,82	22,62	35,92	35,90
2170	-24,47	-45,41	73	0	25,02	25,01	35,61	35,21
2171	-24,15	-45,54	53	0	22,78	18,01	35,43	35,64
2172	-23,84	-45,66	21	2	26,68	19,64	34,90	35,77
2173	-23,94	-46,03	19	7	25,76	23,30	35,26	35,61
2174	-24,25	-45,91	51	0	24,53	23,80	35,30	35,33
2175	-24,56	-45,78	65	0	25,70	25,29	35,11	35,18
2176	-24,86	-45,66	81	0	25,90	25,84	35,17	35,17
2177	-25,16	-45,54	105	0	24,41	22,88	35,61	35,50
2178	-25,48	-45,53	127	0	24,16	24,16	35,97	35,97
2179	-25,61	-45,75	145	0	24,26	24,26	36,07	36,07
2180	-25,33	-45,87	120	0	26,21	26,17	35,36	35,37
2181	-25,03	-45,97	85	0	25,94	25,92	35,25	35,25
2182	-24,71	-46,09	61	0	25,40	25,38	35,47	35,48
2183	-24,40	-46,21	42	0	25,07	24,93	35,30	35,37

continua

2184	-24,09	-46,34	21	0	25,62	20,60	30,31	36,05
2185	-24,22	-46,68	18	0	26,94	27,21	34,31	35,08
2186	-24,53	-46,55	40	2	26,94	27,21	34,31	35,08
2187	-24,84	-46,43	58	0	27,67	27,67	35,46	35,43
2188	-25,17	-46,31	75	0	27,03	26,75	35,50	35,66
2189	-25,43	-46,19	108	0	26,93	26,06	35,37	35,59
2190	-25,23	-46,69	65	280	27,18	27,17	35,56	35,57
2191	-24,90	-46,82	50	549	27,43	27,41	35,65	35,61
2192	-24,58	-46,95	28	2	26,88	22,22	35,05	36,22
2193	-24,74	-47,25	22	0	28,41	26,64	33,57	35,35
2194	-24,92	-47,48	22	0	27,81	26,56	34,55	34,93
2195	-25,06	-47,13	36	0	27,80	27,76	35,35	35,40
2196	-25,21	-47,71	21	1	27,81	27,80	34,40	34,40
2197	-25,35	-47,37	46	0	27,54	27,51	35,48	35,61
2198	-25,52	-47,05	61	29	27,44	27,43	35,47	35,49
2199	-25,63	-46,70	99	0	27,46	26,92	35,40	35,40
2200	-25,80	-46,37	132	0	26,55	26,50	35,55	35,58
2201	-26,03	-46,57	131	0	26,61	25,80	36,05	36,31
2202	-25,89	-46,91	115	0	27,13	25,75	35,36	35,74
2203	-25,76	-47,25	66	18	27,42	27,19	35,25	35,31
2204	-25,62	-47,58	49	0	27,53	27,52	35,19	35,19
2205	-25,50	-47,93	24	7	28,11	27,09	34,55	35,04
2206	-25,73	-48,23	22	41	28,31	26,15	32,59	34,54
2207	-25,88	-47,89	44	2	27,80	27,81	34,79	34,79
2208	-26,00	-47,55	65	0	27,42	27,42	34,68	34,86
2209	-26,13	-47,23	96	2	26,98	26,92	35,49	35,48
2210	-26,28	-46,90	131	0	26,64	26,51	35,76	35,75
2211	-26,38	-46,62	180	0	26,32	26,12	36,17	36,28
2212	-26,67	-46,78	172	0	26,91	26,25	35,66	36,06
2213	-26,55	-47,09	132	1	26,74	26,61	35,63	35,61
2214	-26,42	-47,43	95	0	27,52	27,51	35,44	35,44
2215	-26,28	-47,75	64	0	27,61	27,60	34,97	35,02
2216	-26,15	-48,09	45	0	27,64	27,82	33,93	34,40
2217	-26,01	-48,44	21	0	27,71	27,72	32,96	33,71
2218	-26,38	-48,47	21	7	27,56	27,55	33,20	33,22
2219	-26,51	-48,13	54	5	27,41	27,40	34,36	34,42
2220	-26,65	-47,79	68	0	27,12	27,32	34,38	*
2221	-26,78	-47,45	110	0	27,08	26,82	35,37	35,74
2222	-26,92	-47,13	140	0	26,53	26,51	36,21	36,16
2223	-27,05	-46,78	244	0	26,19	26,16	35,87	35,86
2224	-27,19	-46,44	1080	0	26,97	26,97	36,90	36,96
2225	-27,33	-46,12	1980	0	26,72	26,72	36,89	36,89
2226	-27,45	-45,78	2840	0	26,33	26,34	36,82	36,87

continua

Janeiro 1978								
2242	-22,56	-41,86	30	0	24,32	19,79	34,40	36,16
2243	-22,86	-41,74	57	0	24,18	24,15	35,88	35,90
2244	-23,15	-41,63	96	0	24,23	24,23	36,05	36,05
2245	-23,45	-41,52	125	0	23,12	22,93	35,63	*
2246	-23,75	-41,40	650	0	25,42	25,30	36,54	*
2247	-24,03	-41,28	2100	0	26,13	26,11	36,95	36,95
2248	-24,33	-41,17	2500	0	26,09	26,05	36,99	36,89
2249	-24,61	-41,05	2800	0	25,61	25,60	37,09	37,02
2250	-24,73	-41,40	2700	0	25,72	25,72	37,05	*
2251	-24,44	-41,52	2280	0	26,11	26,11	36,97	*
2252	-24,16	-41,65	1800	0	26,17	26,14	36,94	*
2253	-23,88	-41,75	1080	0	25,02	24,77	36,32	36,29
2254	-23,57	-41,86	160	0	24,94	24,32	36,19	36,18
2255	-23,27	-41,97	120	0	24,61	24,47	35,99	36,03
2256	-22,98	-42,08	50	0	14,90	12,71	35,46	*
2257	-22,97	-42,47	40	0	18,76	13,25	35,60	*
2258	-23,28	-42,35	114	0	25,52	25,31	36,55	*
2259	-23,58	-42,25	152	0	26,07	26,55	36,81	36,75
2260	-23,63	-42,62	132	0	26,12	25,81	36,82	36,85
2261	-23,32	-42,73	105	0	25,84	25,60	36,67	36,68
2262	-23,00	-42,85	35	0	22,41	14,18	34,69	*
2263	-23,10	-43,20	55	0	23,61	17,22	35,47	*
2264	-23,42	-43,08	110	0	26,00	25,53	36,54	*
2265	-23,74	-42,98	128	0	26,86	26,95	36,98	36,90
2266	-24,05	-43,24	210	0	27,07	26,19	37,06	37,02
2267	-23,76	-43,39	122	0	26,76	26,81	36,80	36,84
2268	-23,43	-43,46	100	0	23,10	18,79	35,44	*
2269	-23,11	-43,58	40	0	25,04	17,84	34,36	*
2270	-23,15	-43,95	35	9	24,80	16,37	33,74	*
2271	-23,46	-43,83	84	0	21,27	18,04	35,78	35,90
2272	-23,79	-43,73	114	0	25,91	25,70	36,46	36,44
2273	-24,08	-43,59	154	0	26,81	26,60	37,15	38,06
2274	-24,29	-43,88	260	0	27,16	26,59	37,09	*
2275	-23,99	-44,03	130	0	26,41	24,88	36,36	*
2276	-23,66	-44,13	90	0	25,61	18,45	35,99	*
2277	-23,35	-44,26	48	151	25,31	19,18	35,12	35,58
2278	-23,14	-44,49	30	0	26,83	22,33	34,06	35,09
2279	-23,38	-44,58	40	1155	26,36	22,54	33,45	34,94
2280	-23,70	-44,50	68	0	24,54	19,33	35,87	*
2281	-24,01	-44,35	133	0	26,21	22,87	36,22	*
2282	-24,32	-44,26	174	0	26,51	25,89	36,50	*
2283	-24,73	-44,55	230	0	25,97	25,92	37,12	37,12

continua

2284	-24,47	-44,71	133	0	25,33	25,33	36,65	36,63
2285	-24,14	-44,72	103	0	24,29	24,00	36,30	36,32
2286	-23,82	-44,85	65	0	24,72	21,41	35,43	35,98
2287	-23,52	-44,97	36	0	24,52	24,49	34,57	34,81
2288	-23,65	-45,20	20	0	24,58	24,52	*	*
2289	-24,00	-45,20	58	0	24,58	24,53	34,82	34,86
2290	-24,32	-45,08	83	0	22,64	20,17	35,19	35,66
2291	-24,63	-44,95	123	0	24,95	24,75	36,43	36,43
2292	-24,94	-44,83	135	0	26,63	26,33	37,05	37,06
2293	-25,07	-45,17	115	0	25,82	24,39	36,70	36,55
2294	-24,80	-45,30	98	0	23,21	22,40	36,04	36,06
2295	-24,47	-45,41	72	0	22,15	19,43	35,35	35,52
2296	-24,15	-45,54	56	0	21,66	19,87	36,42	36,51
2297	-23,84	-45,66	20	0	25,08	25,01	34,15	35,58
2298	-23,94	-46,03	19	0	25,31	25,02	34,87	35,58
2299	-24,25	-45,91	51	0	21,56	19,15	36,34	36,65
2300	-24,55	-45,78	66	0	21,74	20,37	36,76	36,82
2301	-24,86	-45,69	82	0	23,11	21,67	36,84	37,02
2302	-25,16	-45,55	110	0	23,85	22,01	37,12	37,22
2303	-25,48	-45,43	133	0	25,29	23,89	37,74	37,67
2304	-25,63	-45,72	152	0	24,28	24,51	37,60	37,59
2305	-25,34	-45,84	117	0	23,45	22,49	37,38	37,43
2306	-25,02	-45,93	86	0	22,45	22,14	36,69	37,15
2307	-24,71	-46,07	64	0	22,15	20,87	36,89	37,19
2308	-24,40	-46,22	43	1	22,49	20,84	35,86	36,62
2309	-24,09	-46,34	21	0	26,36	24,54	34,29	36,17
2310	-24,21	-46,68	19	0	28,27	24,58	34,21	36,20
2311	-24,53	-46,55	41	2	24,91	22,02	36,73	36,75
2312	-24,83	-46,43	57	0	25,03	21,22	36,75	36,74
2313	-25,13	-46,31	75	0	25,21	21,45	36,95	36,86
2314	-25,43	-46,18	113	0	25,59	24,32	37,48	37,55
2315	-25,20	-46,67	70	0	24,10	21,65	36,88	37,01
2316	-24,89	-46,82	46	0	23,64	21,49	36,79	36,78
2317	-24,65	-46,97	26	83	26,49	24,84	36,27	36,55
2318	-24,75	-47,25	23	0	29,00	25,71	34,85	36,47
2319	-25,05	-47,13	42	0	27,38	23,94	36,78	36,84
2320	-24,92	-47,48	23	0	28,24	26,10	34,29	36,12
2321	-25,21	-47,71	21	0	27,59	26,09	35,27	36,44
2322	-25,35	-47,37	46	0	26,05	25,80	36,86	36,86
2323	-25,49	-47,09	63	0	25,20	21,67	37,13	36,95
2324	-25,64	-46,72	112	0	24,93	23,13	37,06	37,56
2325	-25,76	-46,35	137	0	25,55	25,08	37,69	37,86
2326	-26,02	-46,58	135	0	27,19	26,90	37,81	37,88

continua

2327	-25,91	-46,91	110	0	25,82	24,58	37,31	37,36
2328	-25,76	-47,25	66	0	*	*	*	*
2329	-25,63	-47,56	51	148	27,75	25,59	36,91	36,98
2330	-25,49	-47,93	24	0	28,02	25,94	35,69	36,54
2331	-25,73	-48,23	22	0	27,82	25,98	35,29	36,24
2332	-25,88	-47,90	45	75	26,63	26,54	36,85	36,81
2333	-26,00	-47,55	64	4	26,42	26,33	37,05	37,04
2334	-26,15	-47,22	99	0	25,95	23,65	37,39	37,36
2335	-26,28	-46,88	132	0	25,51	25,09	37,33	37,45
2336	-26,40	-46,60	187	0	27,38	26,81	37,86	38,18
2337	-26,68	-46,77	185	0	27,64	27,40	38,06	38,13
2338	-26,56	-47,09	138	0	27,12	24,89	37,55	37,46
2339	-26,42	-47,43	100	0	26,53	26,35	37,56	37,57
2340	-26,26	-47,77	61	0	26,53	26,52	36,93	36,92
2341	-26,15	-48,11	40	0	26,94	26,44	36,77	36,83
2342	-26,01	-48,44	21	2	27,24	27,22	35,46	35,47
2343	-26,38	-48,46	23	25	26,86	26,78	36,27	36,26
2344	-26,51	-48,13	52	1	26,52	26,71	36,61	36,63
2345	-26,66	-47,78	67	0	26,11	25,93	37,35	37,36
2346	-26,77	-47,45	107	0	26,13	26,05	37,55	37,54
2347	-26,92	-47,12	141	0	26,02	25,79	37,57	37,60
2348	-27,21	-47,25	155	0	25,59	25,53	37,66	37,66
2349	-27,08	-47,59	120	0	25,78	25,83	37,30	37,31
2350	-26,95	-47,92	76	0	25,93	25,91	37,43	37,42
2351	-26,82	-48,25	51	15	26,12	26,09	36,89	36,89
2352	-26,68	-48,58	19	0	26,74	26,72	35,60	35,60
2353	-27,16	-48,28	48	5	26,05	26,02	36,15	36,15
2354	-27,30	-47,95	89	0	26,01	25,86	36,65	36,65
2355	-27,43	-47,62	127	0	25,82	25,76	37,61	37,62
2356	-27,57	-47,27	235	0	26,12	25,70	37,61	37,71
2357	-27,88	-47,31	221	0	26,00	25,90	37,61	37,61
2358	-27,77	-47,64	140	0	25,83	25,78	37,52	37,53
2359	-27,62	-47,99	100	0	26,21	26,15	36,80	36,81
2360	-27,51	-48,32	53	0	22,09	17,77	36,09	36,49
2361	-27,81	-48,46	26	0	19,30	15,01	36,26	36,68
2362	-27,95	-48,13	91	0	25,80	25,75	36,85	36,93
2363	-28,09	-47,80	124	0	25,91	25,82	37,39	37,40
2364	-28,22	-47,46	164	0	25,99	25,69	37,56	37,37
2365	-28,40	-47,10	365	0	27,02	26,94	37,95	38,14
2366	-28,52	-46,80	1150	0	27,22	26,66	38,48	38,46
2367	-28,82	-46,90	1260	0	27,22	26,66	38,53	38,51
2368	-28,68	-47,25	550	0	26,83	27,12	37,84	38,24
2369	-28,50	-47,55	180	0	26,11	25,75	37,61	37,64

continua

2370	-28,36	-47,92	123	0	25,76	25,69	37,55	37,55
2371	-28,25	-48,27	80	0	26,00	25,93	36,75	36,78
2372	-28,13	-48,58	37	262	20,67	16,83	36,15	36,57
2373	-28,45	-48,66	40	0	20,89	17,25	36,41	36,62
2374	-28,57	-48,32	93	0	26,21	26,11	36,68	36,66
2375	-28,73	-47,98	130	0	26,18	26,02	37,65	37,65
Janeiro 1980								
2606	-23,00	-42,13	57	0	17,30	15,50	35,62	35,52
2607	-23,47	-41,95	147	0	24,21	24,21	36,21	36,16
2608	-23,47	-42,48	117	0	23,03	23,03	35,89	35,88
2609	-23,00	-42,68	47	92	20,30	20,85	35,19	35,44
2610	-23,09	-43,19	48	0	21,99	20,07	34,09	35,41
2611	-23,47	-43,03	112	0	21,42	21,35	35,27	35,33
2612	-23,62	-43,55	115	0	21,69	21,79	35,71	35,66
2613	-23,15	-43,74	41	2	24,28	19,02	34,34	35,50
2614	-23,30	-44,22	45	0	21,36	19,99	35,14	35,39
2615	-23,77	-44,03	103	0	22,87	22,93	35,99	35,98
2616	-24,02	-44,51	120	0	23,79	23,99	35,77	36,26
2617	-23,55	-44,69	46	0	24,20	20,84	34,96	35,52
2618	-23,72	-45,21	20	0	24,89	24,08	34,95	35,22
2619	-24,03	-45,09	70	0	25,86	25,30	34,78	34,87
2620	-24,34	-44,98	88	0	25,17	24,11	35,31	35,43
2621	-24,63	-45,42	76	0	24,52	24,17	35,29	35,13
2622	-24,26	-45,57	58	0	25,12	24,40	35,20	35,14
2623	-23,87	-45,72	22	0	26,08	25,52	35,24	35,31
2624	-24,08	-46,22	24	11	26,74	25,53	34,10	34,97
2625	-24,46	-46,07	53	0	26,30	26,20	35,21	35,25
2626	-24,84	-45,92	71	0	25,49	25,30	35,39	35,45
2627	-25,18	-46,37	76	0	26,16	25,70	35,38	35,35
2628	-24,70	-46,55	48	0	26,25	26,24	35,11	35,12
2629	-24,24	-46,75	15	0	26,52	26,00	32,24	34,55
2630	-24,62	-47,18	16	0	26,69	26,71	32,86	32,92
2631	-25,10	-46,99	48	0	25,91	25,84	34,97	35,05
2632	-25,57	-46,80	76	0	26,32	26,03	35,14	35,24
2633	-25,39	-47,25	49	0	26,00	26,00	34,88	34,88
2634	-25,21	-47,70	21	5	26,69	26,70	33,77	33,76
2635	-25,58	-48,14	19	19	26,80	26,81	32,73	32,75
2636	-25,78	-47,65	49	0	26,11	26,13	34,64	34,65
2637	-25,97	-47,15	89	0	26,17	26,15	34,92	34,89
2638	-26,39	-47,45	90	0	26,25	26,19	35,29	35,31
2639	-26,23	-47,86	58	4	26,57	26,49	34,51	34,50
2640	-26,06	-48,28	24	0	26,91	26,92	33,62	33,62
2641	-26,52	-48,51	20	358	27,07	26,61	33,09	33,62

2642	-26,69	-48,08	51	0	26,37	26,36	34,13	34,18
2643	-26,86	-47,65	92	0	25,99	26,00	34,98	34,96
2644	-27,39	-47,68	120	0	26,20	26,02	35,00	35,05
2645	-27,19	-48,19	54	0	27,12	26,50	33,44	34,24
2646	-27,67	-48,35	50	0	26,40	26,16	34,26	34,31
2647	-27,84	-47,90	115	0	25,80	25,81	35,82	35,90
Janeiro 1981								
2698	-23,00	-42,13	55	0	24,05	22,94	35,13	35,32
2699	-23,47	-41,95	138	0	25,63	25,32	36,51	36,59
2700	-23,47	-42,49	122	0	25,50	25,22	*	*
2701	-23,00	-42,68	47	0	24,08	17,16	34,11	
2702	-23,08	-43,18	50	1	25,13	23,21	34,59	35,27
2703	-23,47	-43,04	106	0	24,40	23,04	36,00	36,13
2704	-23,62	-43,55	117	0	24,02	24,06	35,31	35,57
2705	-23,15	-43,72	43	1	26,72	20,48	34,50	35,60
2706	-23,30	-44,22	46	28	27,01	23,16	34,67	35,50
2707	-23,77	-44,03	104	0	26,52	23,45	35,35	36,23
2708	-24,02	-44,51	104	0	26,08	24,68	35,96	36,43
2709	-23,53	-44,70	47	7	27,70	21,66	34,58	35,67
2710	-23,70	-45,21	20	0	27,43	22,15	33,55	35,49
2711	-24,03	-45,09	70	0	26,93	25,76	34,07	34,31
2712	-24,34	-44,96	81	0	26,96	23,18	35,65	36,15
2713	-24,61	-45,43	77	0	27,02	20,72	34,73	35,56
2714	-24,25	-45,57	59	0	26,83	19,47	34,28	35,71
2715	-23,87	-45,73	23	9	27,64	22,60	33,25	35,66
2716	-24,08	-46,23	26	0	27,11	22,59	31,50	35,52
2717	-24,46	-46,08	56	13646	27,70	26,67	34,48	34,67
2718	-24,84	-45,92	73	14	27,72	26,50	34,49	35,05
2719	-25,17	-46,37	75	0	27,14	26,72	35,50	35,44
2720	-24,70	-46,56	50	0	27,13	26,50	34,74	34,80
2721	-24,24	-46,75	16	0	26,66	23,78	32,39	34,45
2722	-24,62	-47,18	18	0	27,37	25,56	28,14	33,17
2723	-25,09	-46,99	52	2	27,14	27,16	34,22	34,23
2724	-25,57	-46,80	77	0	26,93	26,92	35,28	35,31
2725	-25,39	-47,25	54	77	26,57	26,75	33,84	34,39
2726	-25,21	-47,70	24	17	26,45	26,08	31,92	33,47
2727	-25,58	-48,14	18	0	26,63	25,94	29,97	33,16
2728	-25,77	-47,65	50	0	26,61	26,61	33,91	33,96
2729	-25,97	-47,16	90	0	26,30	26,30	35,28	*
2730	-26,68	-46,71	200	0	26,06	26,06	36,84	36,84
2731	-26,57	-47,03	136	0	25,85	25,86	35,77	35,68
2732	-26,39	-47,36	102	35	26,25	26,25	35,10	35,07
2733	-26,30	-47,63	66	37	26,16	26,15	34,60	34,61

continua

2734	-26,23	-47,85	60	0	26,33	26,32	31,21	33,96
2735	-26,15	-48,07	44	11	26,44	26,44	34,02	34,01
2736	-26,06	-48,27	29	0	26,24	26,24	33,95	34,05
2737	-26,52	-48,51	23	0	25,96	26,00	32,71	32,78
2738	-26,69	-48,10	52	22	25,79	25,85	34,85	34,86
2739	-26,88	-47,68	96	18	25,73	25,71	35,59	35,59
2740	-27,39	-47,69	121	1	25,73	25,74	35,67	35,68
2741	-27,19	-48,19	55	0	25,24	25,23	34,38	34,38
2742	-27,67	-48,35	53	0	25,52	25,49	34,71	34,80
2743	-27,83	-47,90	116	0	25,82	25,77	35,37	35,39
Janeiro 1988								
3308	-22,98	-42,10	70	0	24,67	22,83	34,66	35,17
3309	-23,22	-41,98	118	0	24,59	23,65	35,05	35,62
3310	-23,20	-42,35	107	0	24,69	21,75	35,15	36,40
3311	-22,95	-42,47	34	0	25,31	22,45		
3312	-22,98	-42,82	35	0	25,43	23,54	34,93	35,12
3313	-23,27	-42,68	103	0	25,73	22,34	35,12	35,51
3314	-23,33	-43,05	108	0	25,81	24,93	35,12	35,18
3315	-23,08	-43,15	52	0	26,03	21,92	34,65	35,39
3316	-23,08	-43,52	31	0	25,86	25,19	34,83	34,94
3317	-23,33	-43,42	84	0	25,52	25,15	35,06	35,08
3318	-23,42	-43,77	73	0	25,37	23,87	35,20	35,34
3319	-23,13	-43,92	34	0	26,99	25,32	34,19	35,03
3320	-23,23	-44,27	46	0	27,65	26,21	34,75	35,00
3321	-23,45	-44,15	64	0	26,21	22,87	35,13	35,36
3322	-23,72	-44,00	103	0	26,65	24,29	35,54	35,60
3323	-23,93	-44,32	125	0	25,30	23,64	35,44	35,76
3324	-23,62	-44,48	60	0	27,00	25,37	34,58	35,18
3325	-23,38	-44,60	36	12	27,50	25,21	34,60	35,16
3326	-23,52	-44,95	38	0	27,86	25,62	34,66	35,45
3327	-23,75	-44,23	57	0	27,58	25,63	35,27	35,50
3328	-23,98	-44,70	80	0	27,14	23,19	35,25	35,69
3329	-24,23	-44,97	82	0	26,81	23,50	35,39	35,93
3330	-23,97	-45,10	72	0	27,74	25,03	35,22	35,60
3331	-23,70	-45,23	19	0	28,45	26,22	34,75	35,46
3332	-23,85	-45,02	25	0	27,98	25,02	34,64	35,10
3333	-24,10	-45,33	52	0	27,76	25,44	34,83	35,26
3334	-24,38	-45,33	75	0	27,08	24,26	35,24	35,71
3335	-24,63	-45,15	94	0	26,86	25,53	35,69	35,69
3336	-24,70	-45,52	80	0	27,03	26,76	35,23	35,25
3337	-24,45	-45,67	65	0	28,29	26,66	35,38	35,56
3338	-24,18	-45,85	49	0	28,12	26,06	34,96	35,38
3339	-23,93	-46,02	20	5	29,07	26,14	33,93	35,10

continua

3340	-24,15	-46,33	29	0	28,41	26,49	34,69	35,33
3341	-24,42	-46,17	48	0	27,68	27,12	34,99	35,25
3342	-24,73	-45,97	69	0	27,07	26,25	35,42	35,50
3343	-25,05	-45,75	95	0	27,10	26,77	35,65	35,61
3344	-25,25	-46,55	95	0	27,41	25,86	35,65	35,71
3345	-24,90	-46,32	64	0	27,82	26,62	35,58	35,54
3346	-24,62	-46,50	50	0	28,22	26,33	34,65	35,54
3347	-24,30	-46,68	25	0	28,52	27,08	*	*
3348	-24,53	-46,97	24	21	28,13	28,27	34,27	34,55
3349	-24,80	-46,82	44	0	27,37	27,42	35,18	35,14
3350	-25,05	-46,63	58	0	26,95	27,00	35,47	35,48
3351	-25,32	-46,38	78	0	26,80	25,44	35,55	35,63
3352	-24,73	-47,82	29	0	28,04	27,22	33,70	35,19
3353	-24,97	-47,62	20	0	27,92	27,78	34,34	34,34
3354	-25,17	-47,18	50	0	27,54	26,17	*	35,30
3355	-25,62	-46,73	91	0	26,54	26,51	35,76	35,76
3356	-25,47	-47,17	60	0	27,00	27,04	35,03	*
3357	-25,35	-47,90	34	0	27,52	27,31	35,05	35,08
3358	-25,22	-47,88	18	0	28,96	26,64	33,49	33,54
3359	-25,53	-48,03	24	0	28,44	27,37	34,67	34,92
3360	-25,63	-47,72	43	0	27,47	26,86	35,09	35,26
3361	-25,73	-47,10	60	0	27,33	20,47	35,19	35,84
3362	-25,87	-46,97	103	0	27,70	25,92	35,76	35,83
3363	-26,13	-47,23	98	0	26,71	25,60	35,76	35,71
3364	-25,98	-47,52	60	0	27,27	27,05	35,44	35,46
3365	-25,85	-48,03	35	0	27,14	27,39	34,91	35,14
3366	-25,75	-48,32	15	0	28,31	28,16	33,33	33,34
3367	-26,05	-48,50	21	1	28,16	28,18	33,54	33,53
3368	-26,17	-48,17	33	0	27,65	27,60	34,85	34,86
3369	-26,28	-47,82	63	0	27,00	27,00	35,79	35,79
3370	-26,38	-47,50	95	0	27,80	26,65	35,94	35,94
3371	-26,63	-47,80	62	0	27,31	27,12	35,06	35,30
3372	-26,52	-48,13	53	0	27,80	27,17	34,99	34,99
3373	-26,42	-48,45	24	0	28,82	27,80	33,23	34,19
3374	-26,73	-48,53	20	2	27,81	27,79	33,97	33,96
3375	-26,83	-48,23	52	0	27,50	20,27	34,57	35,54
3376	-26,95	-47,90	78	0	27,33	25,48	34,85	36,27
3377	-27,30	-47,83	105	0	27,16	26,48	35,90	36,15
3378	-27,18	-48,18	57	0	26,54	17,88	34,72	35,43
3379	-27,05	-48,50	29	0	27,90	24,27	33,29	34,95
3380	-27,43	-48,30	53	0	26,40	20,01	34,74	35,27
3381	-27,58	-48,02	93	0	27,08	26,42	35,32	35,37
3382	-27,88	-48,15	89	0	27,04	27,00	35,80	35,82

continua

3383	-27,72	-48,45	32	35	25,78	24,07	34,45	34,91
3384	-28,05	-48,52	37	5	26,19	26,17	34,53	34,55
3385	-28,35	-48,65	35	0	25,64	25,22	34,72	34,79
Janeiro 1991								
3436	-23,75	-42,02	90	0	24,09	23,25	36,36	37,01
3437	-23,48	-41,89	149	0	23,86	23,41	37,03	36,73
3438	-23,35	-42,28	125	0	24,84	23,52	36,34	36,31
3439	-23,05	-42,44	60	0	22,61			
3440	-23,05	-42,78	50	0	21,31	19,50	35,49	35,49
3441	-23,28	-42,68	105	0	25,42	24,83	36,58	36,75
3442	-23,31	-43,10	100	0	23,80	23,19	35,86	36,23
3443	-23,10	-43,15	56	0	23,50	19,02	35,71	36,73
3444	-23,17	-43,50	51	0	20,92	17,89	35,69	36,21
3445	-23,42	-43,41	100	0	23,52	23,17	35,90	36,19
3446	-23,68	-43,70	113	0	24,64	24,62	36,34	36,35
3447	-23,45	-43,78	68	0	20,96	19,99	35,59	36,19
3448	-23,19	-43,83	46	0	23,56	23,42	34,82	34,99
3449	-23,27	-44,22	45	0	23,19	23,16	34,96	35,12
3450	-23,51	-44,15	65	0	22,15	21,48	35,32	35,36
3451	-23,75	-44,06	107	0	22,98	22,89	35,82	35,83
3452	-23,91	-44,38	106	0	23,60	23,71	35,96	35,95
3453	-23,64	-44,49	60	0	22,67	21,58	35,74	36,38
3454	-23,38	-44,58	44	3	24,50	23,59	35,05	35,50
3455	-23,53	-44,90	37	0	25,24	24,86	34,84	35,04
3456	-23,83	-44,79	65	0	24,31	24,15	35,01	35,23
3457	-24,10	-44,70	100	0	24,38	24,38	36,28	36,30
3458	-24,53	-44,92	120	0	24,25	24,24	36,32	36,35
3459	-24,24	-45,04	79	0	23,71	23,69	35,32	35,32
3460	-23,90	-45,15	35	0	24,13	23,79	34,62	34,84
3461	-23,95	-45,52	37	0	25,33	24,96	34,54	35,01
3462	-24,05	-45,87	29	0	25,38	25,20	35,34	35,30
3463	-24,33	-45,77	56	0	24,73	24,71	35,31	35,34
3464	-24,22	-45,42	60	0	24,10	24,09	35,04	35,10
3465	-24,51	-45,31	76	0	23,38	23,37	35,35	35,37
3466	-24,80	-45,20	102	0	23,14	23,12	35,45	35,46
3467	-24,90	-45,55	88	0	23,00	22,98	35,43	35,48
3468	-24,62	-45,66	72	0	23,88	23,66	34,95	35,09
3469	-25,03	-45,90	86	0	24,12	24,11	35,50	35,45
3470	-24,78	-46,01	65	0	24,06	23,86	35,26	35,36
3471	-24,47	-46,10	52	0	24,59	24,55	35,19	35,05
3472	-24,18	-46,20	32	2	25,18	25,15	34,60	34,56
3473	-24,25	-46,57	25	0	25,44	25,30	34,12	34,27
3474	-24,53	-46,45	45	0	24,86	24,73	34,79	34,82

continua

3475	-24,82	-46,35	58	0	24,49	24,48	35,28	35,30
3476	-25,10	-46,27	74	0	24,08	24,05	35,53	35,53
3477	-25,38	-46,15	104	0	24,21	24,43	35,72	35,66
3478	-25,08	-46,40	70	0	24,63	25,12	35,28	35,54
3479	-24,88	-46,67	50	0	25,34	25,28	34,60	34,55
3480	-24,67	-46,97	30	0	25,44	25,28	34,66	34,71
3481	-24,83	-47,32	23	0	25,54	25,47	33,81	33,76
3482	-25,03	-47,05	40	36	25,20	25,19	34,57	34,56
3483	-25,22	-46,80	60	1	24,93	24,93	34,96	34,98
3484	-25,42	-46,52	82	0	24,16	24,16	35,42	35,35
3485	-25,65	-46,77	94	0	24,56	24,54	35,38	35,41
3486	-25,45	-47,02	60	0	24,75	24,78	35,14	35,15
3487	-25,08	-47,55	25	2	25,69	25,61	33,81	33,82
3488	-25,35	-47,00	23	0	25,67	25,47	33,29	33,50
3489	-25,28	-47,30	46	0	25,23	25,07	34,40	34,46
3490	-25,53	-47,52	45	0	25,18	25,19	34,33	34,33
3491	-25,72	-47,25	62	0	25,03	25,03	34,82	34,93
3492	-25,92	-46,97	104	0	24,58	24,55	35,50	35,49
3493	-26,17	-47,22	98	0	25,08	25,24	35,69	35,86
3494	-25,99	-47,49	67	0	25,18	24,98	34,59	34,63
3495	-25,81	-47,76	46	0	25,28	25,19	34,17	34,12
3496	-25,62	-48,01	24	0	25,96	25,82	33,45	33,47
3497	-25,88	-48,32	22	0	25,98	25,77	33,26	33,53
3498	-26,07	-47,95	45	0	25,25	25,02	34,22	34,35
3499	-26,24	-47,70	64	0	24,93	24,92	34,36	34,28
3500	-26,43	-47,37	101	0	24,84	24,85	34,91	35,05
3501	-26,73	-47,55	95	0	24,93	24,99	34,93	35,09
3502	-26,55	-47,84	60	123	25,06	25,09	34,45	34,47
3503	-26,37	-48,10	46	8	25,64	25,49	34,07	34,09
3504	-26,18	-48,37	21	0	26,07	25,76	33,66	33,88
3505	-26,50	-48,50	18	0	25,96	25,66	33,73	33,87
3506	-26,68	-48,24	46	0	25,59	25,18	34,13	34,50
3507	-26,87	-47,97	61	7	25,22	25,18	34,74	34,79
3508	-27,05	-47,72	96	0	25,07	25,07	34,82	34,86
3509	-27,21	-47,92	89	0	25,07	25,06	34,81	34,84
3510	-27,12	-48,22	50	0	24,95	24,95	34,22	34,19
3511	-26,92	-48,50	29	0	25,70	25,60	33,21	33,31
3512	-26,62	-48,34	38	0	25,70	25,63	33,77	33,83
3513	-27,47	-48,29	53	0	25,28	24,99	33,76	34,20
3514	-27,62	-48,07	83	1	25,18	25,18	34,35	34,42
3515	-27,78	-47,85	118	0	24,95	24,96	35,84	35,85
3516	-28,10	-47,98	110	0	25,17	25,14	35,10	35,12
3517	-27,95	-48,20	84	0	25,21	25,20	34,17	34,27

continua

3518	-27,80	-48,42	28	0	22,02	19,58	34,85	36,97
3519	-28,15	-48,52	42	103	18,15	16,25	35,45	37,06
3520	-28,30	-48,31	80	0	24,69	24,63	34,70	34,76
3521	-28,75	-48,24	120	0	24,86	24,79	34,78	34,69
3522	-28,60	-48,45	85	0	24,25	24,02	34,61	34,63
3523	-28,70	-48,92	32	0	15,90	15,52	35,93	36,15
3524	-28,85	-48,68	65	0	21,26	19,81	35,57	36,21
3525	-29,02	-48,47	111	0	24,92	24,81	34,77	34,80
Dezembro 1991								
3526	-23,02	-42,03	80	0	*	*	*	*
3527	-23,17	-41,97	120	0	22,99	23,16	35,87	35,75
3528	-23,33	-41,92	140	0	23,33	23,37	36,18	36,28
3529	-23,29	-42,32	126	0	23,34	23,35	36,11	36,11
3530	-23,12	-42,37	100	0	21,56	20,13	35,67	36,81
3531	-22,96	-42,42	43	0	16,23	16,24	35,43	35,40
3532	-23,00	-42,77	46	0	18,75	15,02	35,21	37,78
3533	-23,17	-42,73	84	0	18,14	18,23	35,60	35,53
3534	-23,33	-42,68	108	0	22,65	21,66	36,02	36,77
3535	-23,34	-43,07	106	0	22,15	20,76	35,81	35,91
3536	-23,18	-43,13	60	0	21,69	18,15	35,78	36,73
3537	-23,00	-43,17	24	0	18,19	17,22	35,48	35,57
3538	-23,10	-43,51	43	0	23,60	16,20	33,86	38,78
3539	-23,26	-43,46	65	0	20,48	17,03	35,26	36,93
3540	-23,42	-43,41	102	0	20,38	19,68	36,08	36,34
3541	-23,58	-43,74	106	0	21,74	21,82	36,06	35,93
3542	-23,35	-43,82	58	0	23,32	15,84	35,05	39,18
3543	-23,11	-43,89	24	0	23,15	22,72	35,05	35,12
3544	-23,23	-44,23	44	0	23,01	18,24	35,07	37,37
3545	-23,47	-44,16	62	0	23,31	18,56	35,24	35,49
3546	-23,81	-44,07	100	0	23,33	21,55	36,55	36,59
3547	-23,93	-44,40	108	0	24,37	23,83	36,53	36,84
3548	-23,62	-44,50	60	1	22,07	20,51	35,37	36,19
3549	-23,40	-44,57	44	0	23,47	19,53	34,72	37,46
3550	-23,49	-44,92	37	1	25,19	17,53	34,96	35,39
3551	-23,69	-44,86	50	4	24,08	17,19	34,57	35,47
3552	-23,93	-44,79	76	1	23,39	21,07	36,00	36,67
3553	-24,17	-44,72	106	0	24,16	23,13	36,16	36,21
3554	-24,68	-44,93	126	0	24,78	24,77	36,85	36,86
3555	-24,44	-45,02	91	0	24,76	24,83	36,85	36,75
3556	-24,20	-45,08	78	1	23,76	21,81	35,55	36,21
3557	-23,96	-45,16	46	19	25,66	22,52	35,05	35,38
3558	-23,72	-45,24	21	1	25,16	25,30	35,07	35,11
3559	-23,85	-45,58	20	0	26,28	27,39	35,61	35,12

continua

3560	-24,04	-45,53	40	3	25,93	17,40	35,30	39,82
3561	-24,33	-45,43	70	0	23,71	19,00	35,41	36,97
3562	-24,57	-45,36	80	1	25,37	21,69	35,20	37,05
3563	-24,85	-45,27	104	0	24,89	24,25	36,62	36,97
3564	-25,11	-45,58	103	0	23,51	23,36	35,67	35,76
3565	-24,82	-45,67	68	0	24,16	22,91	35,47	35,74
3566	-24,58	-45,74	64	0	23,46	21,23	35,27	37,06
3567	-24,35	-45,82	61	0	23,46	21,23	35,27	37,06
3568	-24,11	-45,89	41	1	24,62	21,74	35,02	35,49
3569	-23,85	-45,97	20	0	26,33	25,00	35,04	35,48
3570	-24,08	-46,29	22	0	26,99	26,85	35,13	35,15
3571	-24,32	-46,22	34	0	25,68	24,02	35,35	35,46
3572	-24,56	-46,14	55	0	25,20	24,96	35,61	35,66
3573	-24,79	-46,07	66	0	25,34	24,48	35,84	36,33
3574	-25,04	-45,99	90	0	24,75	23,40	35,64	35,60
3575	-25,28	-45,92	114	0	24,46	23,36	35,24	35,75
3576	-25,43	-46,26	108	0	25,42	24,33	35,30	35,48
3577	-25,20	-46,33	84	0	24,39	23,33	35,37	35,35
3578	-24,96	-46,40	60	0	24,84	23,84	35,43	35,35
3579	-24,72	-46,48	52	0	24,65	23,69	35,23	35,29
3580	-24,48	-46,56	38	0	25,61	24,32	35,30	35,37
3581	-24,23	-46,63	23	0	26,09	25,98	34,95	34,99
3582	-24,47	-46,95	22	8	26,26	25,59	34,66	34,98
3583	-24,71	-46,88	38	0	25,58	25,52	35,37	35,36
3584	-24,94	-46,80	46	0	25,06	24,68	35,29	35,42
3585	-25,19	-46,72	66	0	25,16	25,15	35,24	35,37
3586	-25,52	-46,64	95	0	25,30	25,28	35,42	35,42
3587	-25,65	-46,98	84	0	25,31	25,31	35,46	35,46
3588	-25,40	-47,06	62	0	25,39	25,39	35,51	35,51
3589	-25,17	-47,13	46	1	25,34	25,34	35,29	35,51
3590	-24,93	-47,21	32	0	25,50	25,50	35,03	35,30
3591	-24,68	-47,28	20	0	25,70	24,70	35,00	35,50
3592	-24,96	-47,58	20	1	26,31	26,06	34,26	34,44
3593	-25,20	-47,49	33	0	25,84	25,75	35,02	35,04
3594	-25,52	-47,35	56	74	26,02	25,41	35,52	35,61
3595	-25,42	-47,61	32	3	26,25	25,64	35,27	35,18
3596	-25,32	-47,87	20	0	26,76	26,17	34,14	34,15
3597	-25,60	-48,08	21	0	26,33	26,13	34,24	34,39
3598	-25,70	-47,83	38	0	25,84	25,80	35,14	35,31
3599	-25,79	-47,57	57	1	25,57	25,52	35,13	35,28
3600	-25,88	-47,32	72	0	25,43	25,41	35,22	35,37
3601	-25,98	-47,13	102	0	25,49	25,28	35,60	35,63
3602	-26,24	-47,30	95	0	25,44	25,44	35,50	35,51

continua

3603	-26,16	-47,56	70	0	25,09	25,03	35,24	35,28
3604	-26,07	-47,82	56	0	25,33	25,16	34,93	35,13
3605	-25,97	-48,08	36	0	26,29	25,93	34,32	34,90
3606	-25,87	-48,34	20	0	26,79	25,74	33,20	33,84
3607	-26,20	-48,43	18	0	26,31	25,69	34,05	34,69
3608	-26,30	-48,18	40	0	26,25	25,81	34,78	34,78
3609	-26,39	-47,92	60	0	25,42	25,10	34,83	34,85
3610	-26,48	-47,67	82	0	25,10	25,21	34,98	35,48
3611	-26,58	-47,40	112	0	25,57	25,45	35,83	35,95
3612	-26,90	-47,53	110	0	25,25	25,19	35,52	35,70
3613	-26,81	-47,78	84	0	25,06	25,04	34,91	35,25
3614	-26,71	-48,03	61	0	24,90	24,80	34,74	35,08
3615	-26,62	-48,29	45	0	24,93	24,83	34,66	34,76
3616	-26,53	-48,55	21	0	26,12	25,65	34,17	34,70
3617	-26,88	-48,55	21	0	26,41	26,04	33,26	33,53
3618	-26,98	-48,30	44	18	25,99	24,94	34,25	35,07
3619	-27,08	-48,04	64	0	25,26	25,27	34,74	34,75
3620	-27,17	-47,78	99	0	25,66	25,34	34,69	35,71
3621	-27,50	-47,84	112	0	25,39	24,78	34,50	34,92
3622	-27,41	-48,10	73	0	24,35	22,95	34,60	34,88
3623	-27,32	-48,36	32	2	25,36	21,34	34,21	24,53
3624	-27,64	-48,42	30	0	23,66	20,57	34,54	35,32
3625	-27,73	-48,17	80	2	24,73	24,63	34,55	34,65
3626	-27,82	-47,92	120	0	25,00	24,75	35,05	35,20
3627	-28,16	-48,03	104	0	25,10	24,76	35,78	35,73
3628	-28,07	-48,29	70	3	25,39	22,24	35,35	35,54
3629	-27,97	-48,55	23	0	24,01	20,59	34,85	35,32
3630	-28,30	-48,65	27	0	24,32	22,65	33,63	35,16
3631	-28,40	-48,39	73	36	25,65	25,43	34,99	35,06
3632	-28,49	-48,13	110	0	25,52	25,06	35,74	35,74
3633	-28,79	-48,25	123	0	25,29	24,97	35,67	35,93
3634	-28,69	-48,52	76	0	23,55	22,36	34,75	34,98
3635	-28,60	-48,78	40	0	23,60	18,87	35,03	35,74
Janeiro 1993								
3636	-23,02	-42,03	82	2	19,62	19,05	35,59	35,58
3637	-23,16	-41,97	118	0	25,98	25,59	36,11	36,17
3638	-23,33	-41,92	134	0	26,21	23,73	36,54	36,74
3639	-23,29	-42,32	122	0	26,54	25,79	36,17	36,40
3640	-23,12	-42,37	101	0	25,94	24,20	36,24	36,93
3641	-22,96	-42,42	36	0	22,82	16,88	35,74	35,66
3642	-23,00	-42,77	45	0	22,89	15,81	34,74	35,49
3643	-23,17	-42,73	82	0	25,58	23,25	36,07	36,75
3644	-23,33	-42,68	108	0	25,84	24,55	36,19	36,62

continua

3645	-23,34	-43,06	106	0	23,60	21,60	35,83	36,51
3646	-23,18	-43,13	62	0	21,99	17,51	36,39	40,02
3647	-23,03	-43,16	34	0	19,87	16,45	35,29	35,54
3648	-23,10	-43,51	40	0	23,82	15,98	34,50	35,69
3649	-23,26	-43,46	64	0	23,05	19,71	35,44	36,24
3650	-23,42	-43,41	98	0	24,05	21,00	35,75	35,86
3651	-23,58	-43,74	106	0	26,27	25,05	36,10	36,25
3652	-23,35	-43,82	60	0	25,25	19,36	35,21	35,64
3653	-23,11	-43,89	26	0	26,37	17,77	34,13	35,41
3654	-23,23	-44,23	44	0	26,86	17,60	34,93	35,55
3655	-23,47	-44,16	62	0	24,43	18,54	35,09	35,96
3656	-23,81	-44,08	102	0	23,45	20,03	35,72	35,82
3657	-23,93	-44,40	108	0	24,51	21,55	35,68	35,99
3658	-23,62	-44,50	60	0	24,76	21,73	35,92	36,37
3659	-23,40	-44,57	42	32	26,79	25,73	34,88	35,09
3660	-23,49	-44,92	33	2	26,39	23,76	34,88	35,23
3661	-23,69	-44,87	46	0	26,67	18,07	34,95	35,52
3662	-23,92	-44,78	75	0	25,51	22,15	35,33	35,95
3663	-24,17	-44,72	106	0	26,19	25,30	36,31	36,28
3664	-24,68	-44,93	124	0	25,74	25,75	36,28	36,29
3665	-24,44	-45,02	92	0	25,55	25,54	35,63	35,72
3666	-24,20	-45,08	74	0	25,26	19,86	34,98	35,70
3667	-23,96	-45,16	44	2	25,94	21,37	34,73	35,55
3668	-23,72	-45,24	18	2	*	*	*	*
3669	-23,85	-45,58	20	0	27,07	26,20	34,55	34,82
3670	-24,04	-45,53	40	185	25,55	24,45	35,11	35,24
3671	-24,33	-45,43	66	0	24,56	19,66	35,27	35,53
3672	-24,57	-45,36	76	0	25,29	23,68	35,17	36,39
3673	-24,85	-45,27	104	0	25,34	24,20	35,36	35,82
3674	-25,11	-45,58	104	0	24,58	24,52	35,46	35,67
3675	-24,82	-45,67	80	0	23,87	23,75	35,51	35,49
3676	-24,58	-45,74	66	72	23,55	21,91	35,30	35,71
3677	-24,33	-45,82	57	0	23,79	20,77	35,23	35,65
3678	-24,11	-45,89	36	1347	25,79	24,55	34,68	35,28
3679	-23,85	-45,97	20	48	26,53	26,04	34,53	34,99
3680	-24,08	-46,29	22	0	26,41	25,29	34,49	35,00
3681	-24,32	-46,22	36	1	25,92	24,23	34,93	35,29
3682	-24,56	-46,14	58	0	25,27	24,69	35,23	35,29
3683	-24,79	-46,07	66	0	24,37	21,93	35,27	35,47
3684	-25,04	-45,99	84	0	24,71	22,78	35,21	35,40
3685	-25,27	-45,92	112	0	24,72	21,26	35,22	35,73
3686	-25,42	-46,25	108	0	25,47	24,72	35,33	35,40
3687	-25,18	-46,33	80	0	25,66	23,60	35,29	35,64

continua

3688	-24,96	-46,40	60	0	25,26	22,94	35,32	35,77
3689	-24,72	-46,48	52	0	26,04	25,77	34,84	34,92
3690	-24,48	-46,56	36	0	26,36	26,32	34,77	34,80
3691	-24,23	-46,63	23	27	26,54	25,44	34,49	34,88
3692	-24,47	-46,95	21	0	27,12	26,24	33,66	34,56
3693	-24,70	-46,87	36	0	26,69	26,45	34,83	34,82
3694	-24,93	-46,80	46	0	26,70	26,30	35,09	35,18
3695	-25,18	-46,72	64	0	26,41	25,77	35,14	35,25
3696	-25,52	-46,63	90	0	25,95	25,71	35,62	35,73
3697	-25,65	-46,98	78	0	26,80	25,92	35,06	35,71
3698	-25,42	-47,06	60	0	26,69	26,65	34,68	34,69
3699	-25,17	-47,13	48	0	26,57	26,45	35,06	35,13
3700	-24,92	-47,20	30	16	26,63	26,60	34,20	34,48
3701	-24,68	-47,28	16	0	26,74	26,38	32,64	34,34
3702	-24,95	-47,57	20	2	26,74	25,80	33,35	33,67
3703	-25,20	-47,48	33	0	26,69	26,68	34,29	34,29
3704	-25,52	-47,35	52	0	26,82	26,75	34,59	34,61
3705	-25,42	-47,61	34	0	*	*	*	*
3706	-25,32	-47,87	20	1	27,44	26,28	32,68	34,25
3708	-25,70	-47,83	36	0	27,24	26,86	34,68	34,80
3709	-25,78	-47,57	57	0	27,03	26,90	34,65	34,66
3710	-25,88	-47,32	70	0	26,80	25,95	34,98	35,46
3711	-25,97	-47,07	102	0	26,45	25,35	35,36	36,20
3712	-26,24	-47,31	96	0	26,31	25,27	35,64	36,09
3713	-26,16	-47,55	68	0	26,73	26,53	34,72	35,10
3714	-26,07	-47,82	56	0	26,86	26,86	34,22	34,23
3715	-25,97	-48,08	36	0	27,11	26,60	34,42	34,55
3716	-25,87	-48,33	20	9	28,01	26,00	31,47	34,25
3717	-26,18	-48,42	18	0	27,48	26,31	33,15	34,55
3718	-26,28	-48,17	40	4	27,15	25,73	34,26	34,59
3719	-26,38	-47,92	58	0	26,93	25,99	34,51	35,49
3720	-26,47	-47,67	82	0	26,75	26,38	35,21	35,23
3721	-26,58	-47,40	112	0	27,03	26,84	35,19	35,28
3722	-26,90	-47,53	110	0	27,04	26,83	35,02	35,32
3723	-26,81	-47,78	86	0	26,82	26,16	34,30	35,44
3724	-26,70	-48,03	60	0	26,60	26,61	34,17	34,17
3725	-26,62	-48,28	44	561	27,10	26,83	33,69	34,19
3726	-26,52	-48,55	21	0	27,09	22,66	33,69	34,70
3727	-26,88	-48,55	21	0	21,40	17,05	34,81	35,57
3728	-26,71	-48,03	46	2	27,12	25,79	33,34	34,72
3729	-27,08	-48,04	66	4	27,08	26,99	33,84	33,93
3730	-27,17	-47,78	102	0	26,94	26,80	34,13	34,28
3731	-27,50	-47,85	112	0	26,94	26,72	34,13	34,38

continua

3732	-27,40	-48,10	73	39	22,38	21,36	34,61	34,86
3733	-27,33	-48,30	50	9	20,06	19,96	35,17	35,23
3734	-27,65	-48,37	45	0	23,98	19,12	34,25	35,43
3735	-27,73	-48,17	78	0	19,62	19,05	35,59	35,58
3736	-27,82	-47,92	116	0	26,19	26,19	34,76	34,76
3737	-28,16	-48,03	104	0	26,09	26,09	34,72	34,72
3738	-28,07	-48,29	70	0	25,60	25,60	34,21	34,21
3739	-27,98	-48,50	44	0	23,30	23,10	35,14	35,14
3740	-28,30	-48,65	24	0	23,27	23,25	35,11	35,11
3741	-28,38	-48,38	72	0	23,80	23,47	34,93	35,10
3742	-28,48	-48,12	106	0	25,67	25,76	33,98	34,64
3743	-28,79	-48,25	123	0	25,80	25,80	35,41	35,41
3744	-28,69	-48,52	76	0	25,71	25,71	34,74	34,74
3745	-28,60	-48,78	41	0	25,05	24,74	34,77	34,88
