

RODRIGO SILVESTRE MARTINS

**LOLIGINÍDEOS NA ILHA DE SANTA CATARINA:
CARACTERÍSTICAS E RELAÇÕES ECOLÓGICAS,
COM ÊNFASE EM *LOLIGO PLEI* (CEPHALOPODA:
TEUTHIDA: MYOPSINA)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia.

Orientador: Dr. José Angel Alvarez Perez

CURITIBA

2002

RODRIGO SILVESTRE MARTINS

**LOLIGINÍDEOS NA ILHA DE SANTA CATARINA:
CARACTERÍSTICAS E RELAÇÕES ECOLÓGICAS,
COM ÊNFASE EM *LOLIGO PLEI* (CEPHALOPODA:
TEUTHIDA: MYOPSINA)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia.

Orientador: Dr. José Angel Alvarez Perez

CURITIBA

2002

**LOLIGINÍDEOS NA ILHA DE SANTA CATARINA: CARACTERÍSTICAS E
RELAÇÕES ECOLÓGICAS, COM ÊNFASE EM LOLIGO PLEI
(CEPHALOPODA: TEUTHIDA: MYOPSINA).**

por

Rodrigo Silvestre Martins

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores

Prof. Dr. José Angel Alvarez Perez - UNIVALI

Profa. Dra. Érica Alves Gonzalez Vidal - UFSC

Prof. Dr. Carlos Alberto Borzone - UFPR

**TODO O MEU ESFORÇO, CARINHO, AMOR E DEDICAÇÃO INVESTIDOS NESSE GRATIFICANTE
TRABALHO SÃO DEDICADOS À MEMÓRIA DE FRANCISCO MARTINS FILHO (1949 – 2000),
AQUELE QUE FOI, É, E SEMPRE SERÁ, O MELHOR PAI DO MUNDO.**

*“Amar, sem esperar ser amado
Amar, sem esperar recompensa
Amar, simplesmente, amar.”*

Chico Xavier

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

Gostaria de expressar minha gratidão ao meu amigo e orientador José Angel Alvarez Perez, pelo incentivo, amizade e força oferecidos desde o começo de meu projeto de mestrado, por ter despertado em mim muito senso crítico em relação ao trabalho acadêmico, bem como os preciosos ensinamentos que me levaram a entender mais profundamente a questão de “como” se faz ciência.

Minha dívida também é grande com o Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), na pessoa do diretor do Centro, Professor Fernando Luiz Diehl, por tão generosamente ceder todo o apoio logístico, material de consumo, instrumentos oceanográficos, embarcações, pessoal técnico especializado e laboratórios que permitiram a concretização dessa dissertação de mestrado e que tanto adicionaram a sua qualidade.

Ao Curso de Pós Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelas facilidades oferecidas, a valiosa condução dos aspectos acadêmicos e burocráticos bem como pela compreensão diante de algumas dificuldades que aconteceram no decorrer de minha passagem pelo curso.

Aos meus pais, Maria Silvestre Martins & Francisco Martins Filho (*in memoriam*), por todo o amor, apoio, incentivo, carinho, amizade e a confiança em mim depositados, e que tanto me ajudaram a galgar mais essa etapa de minha formação.

Ao meu irmão Daniel Silvestre Martins, e aos meus avós paternos, Thereza Feola Martins & Francisco Martins pelo apoio financeiro e ao incentivo que permitiram a minha permanência em Itajaí e a finalização do trabalho.

A toda minha família, por ser fonte inesgotável de incentivo, apoio, carinho, amor e amizade, tão preciosa para minha formação como ser humano e como profissional. A todos vocês meu agradecimento, amor e respeito.

Aos pescadores artesanais da Ilha de Santa Catarina, ditos “manezinhos”, pela colaboração nos trabalhos de campo e a paciência em responder infindáveis perguntas durante seus trabalhos, muitas vezes descarregando caixas e mais caixas de peixes e lulas de suas canoas, baleeiras, botes e bateiras. Em especial gostaria de agradecer ao pescador

Fábio da Lapa, seu irmão Fabrício e sua família pela amizade e solidariedade que tanto tornaram gratificantes minhas visitas estivais à praia do Pântano do Sul.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Érica Vidal e Dr. Carlos Alberto Borzone, pelas preciosas críticas, correções e sugestões ao trabalho.

Tive o privilégio de contar também com a experiência de alguns dos excelentes profissionais do CTTMar/UNIVALI. Minha dívida é grande com os professores Charrid Resgalla Júnior (Plâncton), Carlos Augusto França Schettini (Oceanografia Física) e Tito Cesar de Almeida Marques (Análises Multivariadas), cujo auxílio foi fundamental para o capítulo sobre as características oceanográficas da área de estudo e da interação das lulas com o ambiente durante o verão.

Ao técnico de campo Valdenir Maria Inês, cuja presença tornou viável a realização dos onerosos trabalhos de campo. Também agradeço pelas boas risadas, por ser um exímio especialista em resolver as dificuldades mais inusitadas (leia-se: “pepinos”) em um trabalho de campo, e por não ter deixado o barco naufragar na tempestade que enfrentamos na noite do dia 15 de fevereiro de 2000!!!

Ao meu primo Eduardo de Oliveira, que me hospedou, serviu de guia e muito me ajudou nos meus trabalhos de campo na cidade de Florianópolis, além das ótimas risadas e da intensa amizade que mantemos desde a infância.

Aos alunos do curso de oceanografia do CTTMar/UNIVALI que voluntariamente participaram das roubadas (digo, saídas) de campo: Thais Ribas, João Pereira (Jhonny) & Janaína Bannwart (Jana), Kalinka Laitano, Carlinha e Camila Speck.

Aos bons amigos que fiz nesses quatro anos que freqüento o Laboratório de Oceanografia Biológica (LOB) do CTTMar/UNIVALI: Rodrigo Campos (Fields), Uirá Cavalcante, João (Jhonny) & Jana, Rodrigo Mazzoleni (Cebola), Júlio Buratto, Robson, Joãozinho, Vanderlei, Átila, Jan Braun, Guilherme (Lontra), Rodrigo Claudino, Thais, Kalinka, Lelo, Zé Maria (Joseph Mary), Frank (Chacal), Michelle, Daniel, Joana, Heloise, Suzana, Fabíola, Ludmilla, Maíra e Melissa.

Aos meus “co-orientados”: Daniela Cordella, Tiago Nascimento e Cibele Castro. Em especial agradeço à Cibele pelo ótimo trabalho realizado na análise dos estômagos das lulas.

À Dra. Cinthya Santos (CEM/UFPR), pela identificação dos poliquetas nos conteúdos estomacais.

Aos meus grandes amigos que ainda vivem em Rio Grande, Roberta (Roberteuthis) & Gonzalo (Gonza), pelas bibliografias enviadas, pelos nossos anos de amizade, pela torcida e pelas dicas esclarecedoras.

A galerinha da turma de oceanografia de 1994 da FURG (Felipe, Tatu, Indy, e Guilherme), que acabaram todos indo para o IO-USP (fora a Camila, que foi para Nova York e o Stefan e a Taty, que ficaram em Rio Grande...), pela amizade, ajuda e companheirismo, mesmo estando tão longe... Aproveitando o gancho, também agradeço à Tuca, pelas conversas, risadas e por ter trazido uma bibliografia fundamental para o capítulo da alimentação.

Aos professores do LOB com quem mantenho relações de amizade, respeito e ciência, que tanto contribuíram para a minha formação como cientista.

Aos meus “compadres” Thammy & André Barreto, a quem conheço desde meus tempos de graduação na longínqua cidade de Rio Grande e com quem há muitos anos mantenho estreitos laços de amizade e que considero como irmãos. O mesmo se aplica aos casais Raquel & Tiago e Jana & Jhonny que, embora conheça a menos tempo, também são amigos muito importantes.

Aos meus colegas de mestrado: Paulo Corgosinho (Mineiro), Rafael Metri (Rafa), Cassiana Baptista (Cassi), André Garraffoni, Luiz Faraco e Patrícia Calil (Patê) pela amizade, companheirismo e pelos bons momentos que passei com essa turma na capital do Paraná. Agradeço também ao doutorando Reginaldo Machado pela amizade, risadas e hospedagens nas minhas estocásticas visitas a cidade de Curitiba. A minha amiga bióloga Helen Pichler, pela amizade, carinho e abrigo.

Agradeço, apesar de não me considerar católico, à Santo Expedito, São Francisco de Assis, Santa Clara, São Sebastião e Nossa Senhora Aparecida pela luz, harmonia, equilíbrio e proteção.

E, pela segunda vez publicamente, agradeço ao grande Oceanógrafo lá de cima, que me capacitou para cada etapa desse trabalho, fazendo com que tudo acontecesse a seu tempo.

Índice Geral

1. Lista de Tabelas	iv
2. Lista de Figuras	vii
3. Lista de Anexos	xi
4. Resumo	1
5. Abstract	2
6. Prefácio	3
6.1. Literatura Citada	5
7. Capítulo I – O Ambiente Oceanográfico Estival na Enseada do Pântano do Sul e sua Influência sobre os Cephalopoda Loliginidae Costeiros.	9
7.1. Introdução	9
7.2. Material e Métodos	11
7.2.1. Área de Estudo	11
7.2.2. Coletas	12
7.2.3. Dados Físicos	13
7.2.4. Plâncton	14
7.2.5. Paralarvas	15
7.2.6. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições na Enseada do Pântano do Sul.....	15
7.2.7. Ocorrência de <i>Loligo plei</i> em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul.....	16
7.3. Resultados	17
7.3.1. Características Oceanográficas da Área de Estudo	17
7.3.1.1. Verão 1999.....	17
7.3.1.2. Verão 2000.....	18
7.3.1.3. Verão 2001	19
7.3.2. Paralarvas	20
7.3.3. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul.....	21
7.3.4. Ocorrência de <i>Loligo plei</i> em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul.....	22

7.4. Discussão	24
7.4.1. Características Oceanográficas da Área de Estudo	24
7.4.2. Paralarvas	28
7.4.3. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul.....	30
7.4.4. Ocorrência de <i>Loligo plei</i> em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul.....	32
7.5. Literatura Citada.....	35
7.6. Tabelas.....	50
7.7. Figuras	56
8. Capítulo II – Relações tróficas dos Cephalopoda Loliginidae no entorno da Ilha de Santa Catarina	73
8.1. Introdução	73
8.2. Material e Métodos.....	77
8.2.1. Obtenção e Processamento das Amostras	77
8.2.2. Estudo da Dieta dos Loliginídeos.....	79
8.3. Resultados	80
8.3.1. Capturas das Redes de Sarico, Observação Direta da Comunidade Nectônica e Comportamentos de Predação	80
8.3.2. Dieta de <i>Loligo plei</i>	81
8.3.3. Dieta de <i>Loligo sanpaulensis</i>	85
8.3.4. Dieta de <i>Lolliguncula cf. brevis</i>	86
8.4. Discussão	87
8.4.1. Dieta de <i>Loligo plei</i>	87
8.4.2. Dieta de <i>Loligo sanpaulensis</i>	92
8.4.3. Dieta de <i>Lolliguncula cf. brevis</i>	94
8.4.4. Considerações Gerais	95
8.5. Literatura Citada.....	97
8.6. Tabelas.....	110
8.7. Figuras	118
9. Conclusões	131

Anexo 1 134

1. Lista de Tabelas

1.1 Tabelas Capítulo I

- Tabela 1. Sumário das saídas de coleta de material biológico e dados ambientais nos três anos de amostragem na localidade de Pântano do Sul (n = número de indivíduos, L.p.: *Loligo plei*, L.s.: *Loligo sanpaulensis*, L.b.: *Lolliguncula cf. brevis*, CTD: perfil de salinidade, temperatura e profundidade, Turb.: Turbidímetro).....50
- Tabela 2. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 1999. DP = desvio padrão.....51
- Tabela 3. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 2000. Os dados dos dias 10, 15 e 16 de fevereiro de 2000 referem-se apenas aos dados coletados no ponto de pesca. DP = desvio padrão.....51
- Tabela 4. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 2001. Os dados dos dias 03 de fevereiro e 03 de março de 2001 referem-se apenas aos dados coletados no ponto de pesca. DP = desvio padrão.....51
- Tabela 5. Percentagens dos quadrantes de ventos diariamente medidos na Estação Meteorológica de São José/Florianópolis, nos meses de janeiro a março, nos três verões monitorados.....52
- Tabela 6. Biomassas de plâncton (g.m^{-3}), nos momentos de chegada e saída, nas diferentes frações analisadas, nas estações interna e externa da Enseada do Pântano do Sul nos três verões monitorados (1999, 2000 e 2001). A campanha de 02-03 de março de 2001 foi excluída pois não houveram arrastos de plâncton.....53
- Tabela 7. Número e densidade de paralarvas de Loliginidae coletadas na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. AC: Água Costeira, AP: Água de Plataforma, ACAS: Água Central do Atlântico Sul.....54
- Tabela 8. Análise de Componentes Principais empregada para a avaliação da distribuição das campanhas em relação as condições ambientais na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. As variáveis incluídas foram: fração de plâncton maior (MAIOR, $>2000 \mu\text{m}$), fração de plâncton menor (MENOR, entre 1000 e 300 μm), quadrante do vento (QUADRANT), velocidade do vento, em m.s^{-1} (VELVENT), coeficiente de estratificação (CE) e a temperatura mínima, em $^{\circ}\text{C}$ (TMIN). São mostrados os coeficientes lineares de cada variável extraída pela ACP. Os autovalores e a variância explicada por cada fator são mostrados nas duas últimas linhas.....55

Tabela 9. Análise de Componentes Principais empregada para a avaliação da distribuição das campanhas em relação as condições ambientais e a presença de *Loligo plei* na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. As variáveis incluídas foram: CPUE de *L. plei* (em n° de lulas.pescador⁻¹.hora⁻¹), fração de plâncton maior (MAIOR, >2000 µm), fração de plâncton menor (MENOR, entre 1000 e 300 µm), quadrante do vento (QUADRANT), velocidade do vento, em m.s⁻¹ (VELVENT), coeficiente de estratificação (CE) e a temperatura mínima, em °C (TMIN). São mostrados os coeficientes lineares de cada variável extraída pela ACP. Os autovalores e a variância explicada por cada fator são mostrados nas duas últimas linhas.....55

1.3 Tabelas Capítulo II

Tabela 1. Escala de maturidade de 4 estágios proposta por PEREZ *et al.* (2001) para machos e fêmeas de *Loligo plei*.....110

Tabela 2. Peixes e outros organismos capturados com redes de sarico e atração luminosa na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. *n* = número de indivíduos capturados, DP = desvio padrão, CT = comprimento total (peixes, mm), CM = comprimento do manto (lulas, mm), CP = comprimento da carapaça (siris, mm).....111

Tabela 3. Número de ocorrências (*n*), percentagem da frequência de ocorrência (%FO) das presas encontradas em 247 estômagos com conteúdo de *Loligo plei* (20 a 358 mm de comprimento de manto).....112

Tabela 4. Frequência de mistura itens alimentares identificados nos estômagos de 247 exemplares de *Loligo plei* capturados nos verões de 1999, 2000 e 2001 no entorno da Ilha de Santa Catarina.....112

Tabela 5. Comparação da proporção de estômagos cheios entre machos e fêmeas de *Loligo plei*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.....113

Tabela 6 Comparação dos tipos e número de itens alimentares entre machos e fêmeas de *Loligo plei*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.....113

Tabela 7. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* entre o dia e a noite. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.....113

Tabela 8. Comparação dos tipos de itens alimentares de *Loligo plei* entre o dia e a noite. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.....114

Tabela 9. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação ao regime oceanográfico na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskall-Wallis. AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura da AP com a Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura da AP com a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul.....114

Tabela 10. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação à ontogenia. CM = Comprimento do Manto (mm), χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskall-Wallis. - : sem dados.....114

Tabela 11. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação ao maturidade sexual. Imaturos: estágios I (imaturos) e II (em maturação); Maduros: estágios III (maduros) e IV (desovados), segundo a escala apresentada em PEREZ *et al.* (2001). χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.....115

Tabela 12. Números de ocorrências (*n*), percentagem da frequência de ocorrência (%FO) das presas encontradas em 94 estômagos com conteúdo de *Loligo sanpaulensis* (26 a 116 mm de comprimento de manto).....115

Tabela 13. Frequência de mistura itens alimentares identificados nos estômagos de 94 exemplares de *Loligo sanpaulensis* capturados nos verões de 1999, 2000 e 2001 no entorno da Ilha de Santa Catarina.....115

Tabela 14. Comparação da proporção de estômagos cheios entre machos e fêmeas de *Loligo sanpaulensis*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.....116

Tabela 15. Comparação do consumo de peixes e crustáceos entre machos e fêmeas de *L. sanpaulensis*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.....116

Tabela 16. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo sanpaulensis* em relação à maturidade sexual. Imaturos: estágios I (imaturos) e II (em maturação); Maduros: estágios III (maduros) e IV (desovados), segundo a escala apresentada em PEREZ *et al.* (2001). χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.....116

Tabela 17. Comparação do consumo de peixes e crustáceos em relação à ontogenia na dieta de *Loligo sanpaulensis* em relação, tendo como H_0 a igualdade de proporções no consumo desses itens em todas as classes de CM. CM = Comprimento do Manto (mm), χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.....116

Tabela 18. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo sanpaulensis* em relação ao regime oceanográfico na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskal-Wallis. AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura da AP com a Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura da AP com a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul.....117

Tabela 19. Número de ocorrências (n), percentagem de ocorrência (%FO) das presas encontradas em 10 estômagos com conteúdo de *Lolliguncula cf. brevis* (25 a 53 mm de comprimento de manto).....117

2. Lista de Figuras

2.1 Figuras Capítulo I

Figura 1. Enseada do Pântano do Sul, incluindo as 6 estações oceanográficas realizadas nas campanhas de coleta nos verões de 1999, 2000 e 2001 (círculos vazados).....56

Figura 2. Diagramas TS das campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul no verão de 1999. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.....57

Figura 3. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 14 e 15 de dezembro de 1998. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 17:20 horas do dia 14 de dezembro de 1998.....58

Figura 4. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 15 de dezembro de 1998: (A) perfil interno (entre 6 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 18 m).....59

Figura 5. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 19 m).....60

Figura 6. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 27 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).....61

- Figura 7. Biomassas médias de plâncton nas campanhas de coleta realizadas na Enseada do Pântano do Sul por frações ($> 2000 \mu\text{m}$, entre 2000 e $1000 \mu\text{m}$ e entre 1000 e $300 \mu\text{m}$) nos verões de 1999, 2000 e 2001. As colunas cinzas e brancas correspondem as estações interna e externa, respectivamente. As barras acima das colunas representam um desvio padrão. As linhas tracejadas correspondem ao coeficiente de estratificação médio registrado em cada campanha.....62
- Figura 8. Diagramas TS das campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul no verão de 2000. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.....63
- Figura 9. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 16 e 17 m).....64
- Figura 10. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 03 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 12,5 e 17,5 m).....65
- Figura 11. Diagramas TS das campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul no verão de 2001. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.....66
- Figura 12. Variação temporal (A) da salinidade (‰) e (B) temperatura ($^{\circ}\text{C}$) médias no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 02 e 03 de fevereiro de 2001. Hora 0 = 14:29 horas do dia 02 de fevereiro de 2001.....67
- Figura 13. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de fevereiro de 2001: (A) perfil interno (entre 7 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18 m).....68
- Figura 14. Paralarva de *Loligo plei* coletada na enseada do Pântano do Sul no verão de 2000. A) Vista dorsal, B) Vista ventral. Comparar os padrões de cromatóforos com os desenhos esquemáticos de HANLON *et al.* (1999).....69
- Figura 15. Distribuição dos loliginídeos em relação às diferentes situações oceanográficas na Enseada do Pântano do Sul durante os verões de 1999, 2000 e 2001.....70

Figura 16. Representação espacial de (a) variáveis ambientais e (b) campanhas de coleta extraída pelos primeiros dois eixos fatoriais obtidos à partir da Análise de Componentes Principais aplicada a matriz de dados ambientais amostrados na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001 (para detalhes sobre as variáveis ambientais utilizadas, ver texto). Fator 1 (eixo horizontal) explicando 38,7% da variância e Fator 2 (eixo vertical) explicando 31,5% da variância extraídos pela Análise de Componentes Principais Os círculos representam as diferentes CPUEs de *Loligo plei* obtidas em cada campanha de coleta. Os números representam as datas de coleta. 1 = 14-15 dez. 1998; 2 = 13-14 jan. 1999; 3 = 26-27 jan. 1999; 4 = 11-12 fev. 1999; 5 = 24-25 fev. 1999; 6 = 20-21 jan. 2000; 7 = 09-10 fev. 2000; 8 = 15-16 fev. 2000; 9 = 02-03 mar. 2000; 10 = 06-07 jan. 2001; 11 = 26 jan. 2001; 12 = 02-03 fev. 2001; 13 = 02-03 mar. 2001.....71

Figura 17. Representação espacial de (a) variáveis ambientais e (b) campanhas de coleta extraída pelos primeiros dois eixos fatoriais obtidos à partir da Análise de Componentes Principais aplicada a matriz de dados ambientais e a CPUE de *Loligo plei* amostrados na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001 (para detalhes sobre as variáveis ambientais utilizadas, ver texto). Fator 1 (eixo horizontal) explicando 38,7% da variância e Fator 2 (eixo vertical) explicando 31,5% da variância extraídos pela Análise de Componentes Principais Os círculos representam as diferentes CPUEs de *L. plei* obtidas em cada campanha de coleta. Os números representam as datas de coleta. 1 = 14-15 dez. 1998; 2 = 13-14 jan. 1999; 3 = 26-27 jan. 1999; 4 = 11-12 fev. 1999; 5 = 24-25 fev. 1999; 6 = 20-21 jan. 2000; 7 = 09-10 fev. 2000; 8 = 15-16 fev. 2000; 9 = 02-03 mar. 2000; 10 = 06-07 jan. 2001; 11 = 26 jan. 2001; 12 = 02-03 fev. 2001; 13 = 02-03 mar. 2001.....72

2.3 Figuras Capítulo II

Figura 1. Área de estudo (Ilha de Santa Catarina), incluindo as três localidades onde ocorre a pesca artesanal da lula (Praia dos Ingleses, Barra da Lagoa e Enseada do Pântano do Sul) e as áreas de coleta de isca viva utilizadas pela frota catarinense de vara e isca viva na safra de 1998/99, segundo SANTOS & RODRIGUES-RIBEIRO 2000).....118

Figura 2. Comunidades pelágicas atraídas pelas luzes da embarcação nas coletas na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. **A)** Esquema geral do comportamento dos organismos; **B)** Comportamento de predação de *Loligo plei*; **C)** Possível comportamento de predação de *Lolliguncula cf brevis* sobre os cardumes de pequenos pelágicos através de mimetismo; **D)** Postura *Flamboyant* (deimática) de *Lolliguncula cf brevis*. (Desenhos de J.A.A. Perez).....119

Figura 3. Frequência de estômagos com alimento (GR 1 a 5) e vazios (GR 0) dos exemplares de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura de AP com Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. Os números acima das colunas indicam o número de exemplares analisados.....120

- Figura 4. Índices de intensidade de alimentação médios (I.A) de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. As barras verticais representam os desvios padrão. n = número de observações.....121
- Figura 5. Proporções dos itens alimentares de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. n = número de indivíduos analisados. n = número de observações.....122
- Figura 6. Frequência relativa de ocorrência de peixes, crustáceos, poliquetas e lulas em diferentes classes de comprimento de mato de *Loligo plei* (n = 249) no entorno da Ilha de Santa Catarina nos verões de 1999, 2000 e 2001. Também é mostrado a frequência relativa de ocorrência de estômagos cheios (GR 1 a 5) (linha e círculos vazados).....123
- Figura 7. Relações entre o tamanho de *Loligo plei* e o tamanho das presas encontrados nos estômagos. CM, comprimento de manto (lulas). CT, comprimento total (peixes).....124
- Figura 8. Frequências relativas de itens alimentares nos estômagos de *Loligo sanpaulensis* no entorno da Ilha de Santa Catarina por sexos. n = tamanho da amostra.....125
- Figura 9. Frequências relativas de estômagos com alimento (GR 1 a 5) por sexos e comprimentos de manto de *Loligo sanpaulensis* amostrados no entorno da Ilha de Santa Catarina. n = tamanho da amostra.....126
- Figura 10. Frequência relativa de ocorrência de peixes, crustáceos, poliquetas e lulas em diferentes classes de comprimento de mato de *Loligo plei* (n = 94) no entorno da Ilha de Santa Catarina nos verões de 1999, 2000 e 2001.....127
- Figura 11. Frequência de estômagos com alimento (GR 1 a 5) e vazios (GR 0) dos exemplares de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situações oceanográficas, a saber: ACAS = Água Central do Atlântico Sul, mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), AP/AC: mistura de Água de Plataforma (AP) com Água Costeira (AC). Os números acima das colunas indicam o número de exemplares analisados.....128
- Figura 12. Índices de intensidade de alimentação médios (I.A) de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situação oceanográfica, a saber: ACAS = Água Central do Atlântico Sul, mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), AP/AC: mistura de Água de Plataforma (AP) com Água Costeira (AC). As barras verticais representam os desvios padrão. n = número de observações.....129

Figura 13. Proporções dos itens alimentares de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situação oceanográfica, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. n = número de indivíduos analisados. n = número de observações.....130

3. Lista de Anexos

Anexo I – Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul nos Verões de 1999, 2000 e 2001.....134

4. Resumo

As relações ecológicas de três espécies e lulas da família Loliginidae (*Loligo plei*, *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula* cf. *brevis*) em águas rasas (< 20m) no entorno da Ilha de Santa Catarina (27°25' – 27°50' S; 048°25' – 048°35' W) foram estudadas em três verões consecutivos, entre os anos de 1999 e 2001. A relação das lulas com o ambiente foi estudada à partir de 13 campanhas de coleta realizadas na Enseada do Pântano do Sul (27°47'18" S; 048°31'07" W), as quais incluíram medições de parâmetros físicos (temperatura e salinidade), coleta de plâncton e a captura de lulas, que foram realizadas principalmente com zangarilhos e linhas de mão. A presença das três espécies esteve ligada a condições oceanográficas particulares, as quais são influenciadas pelo regime regional de ventos, que determina a presença de quatro tipos de massas d'água: a Água Costeira (AC), a Água de Plataforma (AP), a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS). A ressurgência costeira da ACAS na região ocorre regularmente e gera um incremento na produtividade local devido a injeção de nutrientes, o que gera condições favoráveis de alimentação para as lulas. Paralarvas de Loliginidae foram obtidas nas coletas de plâncton, e as maiores capturas ocorreram em situações de afloramento da ACAS. A alimentação das três espécies de loliginídeos foi estudada principalmente a partir das amostras coletadas na Enseada do Pântano do Sul, sendo também utilizadas amostras adquiridas através de zangarilhos e linhas de mão e cercos flutuantes no local e em outras duas localidades: Praia dos Ingleses de Barra da Lagoa. *L. plei* apresentou uma ampla gama de presas, as quais incluíram, em ordem de crescente de importância: peixes, crustáceos planctônicos, poliquetas e lulas. Peixes identificados na dieta incluíram pequenos Clupeiformes (*Anchoa lyolepis*, *A. tricolor* e *Pellona harroweri*), o peixe-espada (*Trichiurus lepturus*), o “coió” (*Dactylopterus volitans*) e a castanhota (*Ctenosciaena gracilicirrhus*). Dentre os crustáceos, larvas de decápodes, anfípodos e juvenis de siri (*Callinectes* sp.) foram identificados à partir de restos do exoesqueleto. Poliquetos identificados incluíram formas epítocas e átocas da família Nereididae. Lulas incluíram membros da própria espécie (canibalismo) e *L. sanpaulensis*. *L. sanpaulensis* apresentou hábitos alimentares similares aos de *L. plei*. *Lolliguncula* cf. *brevis* apresentou uma dieta à base de peixes, o que foi confirmado pelo exame de alguns estômagos e pela observação direta de predação da espécie sobre cardumes de pequenos peixes pelágicos (*Anchoa* spp.). A dieta das três espécies parece ser regulada pela abundância e disponibilidade de presas, o que, por sua vez, parece ser uma consequência das condições ambientais. Em *L. plei*, o maior número de estômagos cheios e a maior atividade alimentar ocorreram em situações de coluna d'água estratificada, com a intrusão das águas frias da ACAS. Em contraste, o maior número de estômagos cheios em *L. sanpaulensis* ocorreu quando a AC esteve presente, embora a maior atividade alimentar também tenha ocorrido, como em *L. plei*, em situações de intrusão da ACAS. O trabalho sugere que a presença abundante de *L. plei* nas áreas costeiras do estado de Santa Catarina nos meses de verão é fortemente influenciada pelos episódios de produção biológica gerada pelo fenômeno de ressurgência e pela consequente formação de concentrações de pequenos peixes pelágicos provavelmente menos disponíveis nos habitats de mar aberto onde a lula sustenta capturas comerciais nos meses de verão.

5. Abstract

The ecological relationships of three loliginid squid species (*Loligo plei*, *L. sanpaulensis* and *Lolliguncula* cf. *brevis*) in coastal shallow waters (<20 m) were studied around Santa Catarina Island (southern Brazil) in three summers, between 1999 and 2001. The relationships between squid and their environment were assessed from 13 sampling campaigns in the “Pântano do Sul” Inlet (27°47’18” S; 048°31’07” W), south of Santa Catarina Island, which included the measurement of physical parameters (*i.e.*, temperature and salinity), plankton sampling and squid fishing, which was carried out mainly by hand jigging. The presence of the three loliginids were strongly influenced by particular oceanographic local features induced by the regional wind regime, and the presence of four water masses: the Coastal Water (CW), the Shelf Water (SW), the Tropical Water (TW) and the South Atlantic Central Water (SACW). The coastal intrusion/upwelling of the SACW occurs in a regular basis and results on local production enhancement due to nutrient input which has provided suitable feeding ground for squid. Loliginid paralarvae were collected in plankton tows, and the largest catch was related to the upwelling of the SACW. Food and feeding habits of the loliginids were studied mainly from specimens collected in the “Pântano do Sul” Inlet and from samples acquired from the hand jigging and fish trap fishery. *L. plei* preyed upon fish, pelagic crustaceans, polychaetes and other loliginids. The fish prey identified included small Clupeiform fish (*Anchoa lyolepis*, *A. tricolor* and *Pellona harroweri*), the Cuttlefish (*Trichiurus lepturus*), the Flying gunard (*Dactylopterus volitans*) and the Barbel drum (*Ctenosciaena gracilicirrhus*). Among the crustaceans, decapod larvae, amphipods and juveniles of the Blue crab (*Callinectes* sp.) were identified from exoskeleton remains. Polychaetes identified included epitocal and atocal forms of the family Nereididae. Squid prey included cannibalism and the congeneric *L. sanpaulensis*. *L. sanpaulensis* presented similar food habits of the congeneric specie. The small loliginid *Lolliguncula* cf. *brevis* was mainly piscivorous, as supported by the examination of few stomachs contents and the direct observation of an unusual hunting behavior upon schools of small pelagic fish (*Anchoa* spp.). The diet of the three species seems to be regulated by the prey supply and availability, which in turn, seems to be a consequence of the environment. The highest number of stomachs with contents and the most intense feeding activity in *L. plei* occurred when the water column was stratified, as a consequence of the intrusion of the cold and nutrient rich SACW close to the bottom. In contrast, the highest number of stomachs contents in *L. sanpaulensis* was found in the less saline CW, although the highest feeding activity occurred in the mixing of SW and SACW, as observed in the congeneric *L. plei*. The results suggest that the abundant presence of *L. plei* in coastal areas off Santa Catarina State during summer is strongly caused by events of biological production generated by a wind-driven upwelling system and by the concentration of small pelagic fish, which are probably more available in this areas than in the open sea where *L. plei* sustains important offshore trawling fishery.

6. Prefácio

Os cefalópodes Teuthida (lulas e calamares) constituem um destacado grupo nectônico, tanto por seu significado ecológico nas comunidades marinhas, como por seu potencial pesqueiro (JUANICÓ 1979; CADDY 1983; BOYLE 1990; OKUTANI *et al.* 1993).

Dentre as espécies comercialmente exploradas, as lulas neríticas (Família Loliginidae) destacam-se por formarem a maior parte dos desembarques de cefalópodes registrados em áreas tropicais, embora esse montante seja pequeno em relação à produção total mundial de cefalópodes, perfazendo cerca de 7% dos desembarques anuais (FAO 1992). Por formarem densas concentrações próximas à costa ou sobre a plataforma continental, algumas espécies de loliginídeos vêm sendo alvo de pescarias artesanais ao redor do globo, como *Loligo forbesii* no Arquipélago dos Açores (PORTEIRO 1994), na Galícia, Espanha (GUERRA *et al.* 1994) e no norte de Portugal (CUNHA & MORENO 1994) e de outros loliginídeos no Japão, Malásia e outras áreas do Pacífico oeste (OKUTANI *et al.* 1993; IBRAHIM *et al.* 1995; DUNNING 1995).

De natureza sazonal e de abundância altamente variável, a presença de loliginídeos nas áreas de pesca está fortemente associada ao ambiente. As ramificações dessas flutuações na abundância dos estoques e, conseqüentemente, nas capturas, são significantes e criam incertezas para o manejo e para a indústria pesqueira. Nas pescarias artesanais e semi-artesanais, flutuações nas capturas causam impacto direto no modo de vida dos pescadores e seus familiares, sendo que baixas capturas podem causar problemas sócio-econômicos (ROBERTS *et al.* 1998).

No Brasil, a pesca artesanal de lulas se concentra na região Sudeste-Sul do país, tendo *L. plei* como espécie-alvo (COSTA & HAIMOVICI 1990; PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999; PEREZ no prelo) e *L. sanpaulensis* como fauna acompanhante (COSTA & HAIMOVICI 1990).

As artes de pesca empregadas na captura artesanal de *Loligo plei* diferem de um local para outro. Na região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, a pescaria é feita com um tipo de rede específica, chamada localmente de “gancho” (ou “redinha-de-lulas”) e com redes elevadiças, sendo essa última feita com atração luminosa (COSTA & HAIMOVICI 1990). No estado de Santa Catarina a pesca é feita com *zangarilhos* (tipo de garatêa não-

iscada) e linhas de mão, podendo ou não utilizar atração luminosa, dependendo do período do dia, ou como resultado das capturas mistas dos cercos flutuantes, aparelhos de pesca pouco seletivos e altamente multiespecíficos (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999; MEDEIROS 2001). Recentemente, foi identificada também a captura de lulas com tarrafas à bordo de embarcações ou à partir da beira da praia (obs. pess.).

No litoral norte de São Paulo, especificamente nos municípios de São Sebastião e Ilha Bela, a pescaria artesanal direcionada da lula também é feita da mesma forma e na mesma época que em Santa Catarina, utilizando as mesmas técnicas e artes, sendo trazida para a região por pescadores catarinenses que para lá migraram em busca de novas oportunidades na pesca. As capturas são feitas principalmente no entorno da Ilha de São Sebastião (obs. pess.).

Em Santa Catarina a pesca da lula é de natureza marcadamente sazonal, concentrando-se principalmente durante os meses de verão sobre densos cardumes de *L. plei* que se aproximam da costa. De origens pouco conhecidas, essa pescaria se desenvolve ao longo do litoral Centro-Norte catarinense, nos entornos das ilhas costeiras e da Ilha de Santa Catarina, possuindo grande importância econômica e social (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999), devido aos bons preços obtidos para a lula nos mercados locais, além de ser um importante componente cultural para as comunidades de pescadores artesanais com herança açoriana (MEDEIROS 2001). Apesar dos rendimentos altamente variáveis, a pesca artesanal direcionada da lula é de natureza oportunística, e a presença de lulas nas redes de cerco pode servir de estímulo para que os pescadores entrem na pescaria direcionada, utilizando zangarilhos e linhas de mão à bordo de “botes”, “baleeiras”, “bateiras” ou canoas (PEREZ *et al.* 1999). Embora os desembarques de lulas produzidos pela pesca artesanal sejam normalmente inferiores à 13% dos desembarques industriais, são comparáveis à outras pescarias tradicionais de loliginídeos em outras partes do mundo (PEREZ *et al.* 1999; PEREZ no pelo).

Neste contexto o presente trabalho apresenta um estudo detalhado das relações ecológicas de *L. plei* no entorno da Ilha de Santa Catarina, bem como aspectos bioecológicos de outros dois loliginídeos que ocorrem em menores quantidades na área de estudo: *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula cf. brevis*. Tais espécies não possuem a importância econômica e social registrada para *L. plei*, seja por seu pequeno porte ou por não formarem concentrações

que tornem rentáveis sua exploração, mas são componentes importantes das comunidades nectônicas costeiras no entorno da Ilha de Santa Catarina. No caso específico da espécie de *Lolliguncula*, optou-se por utilizar no texto o nome “*Lolliguncula cf. brevis*” pois ela vinha até então sendo identificada como *Lolliguncula brevis* (PALACIO 1977; JUANICÓ 1979; HAIMOVICI *et al.* 1989; HAIMOVICI & PEREZ 1991; PEREZ & HAIMOVICI 1991), porém existem dúvidas sobre o seu verdadeiro status taxonômico, e estudos recentes da morfologia dos indivíduos capturados no litoral Sudeste-Sul do Brasil (SIMONE 1997; J.A.A. PEREZ & A. MARTINS, dados não publicados) sugerem que mais de uma espécie deste gênero de loliginídeo podem estar sendo tratadas pelo mesmo nome.

Afim de cobrir vários aspectos bioecológicos e pesqueiros dos loliginídeos no entorno da Ilha de Santa Catarina, esta dissertação foi dividida em dois capítulos interrelacionados.

O primeiro capítulo traz uma descrição detalhada do ambiente oceanográfico estival no entorno da Ilha de Santa Catarina, feito à partir da coleta de dados *in situ* em 13 saídas de campo à Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. Também se discute a presença dos três loliginídeos em relação às condições ambientais. No Capítulo II, é discutida a alimentação natural de *L. plei* e dos demais loliginídeos.

A abordagem desses dois tópicos pretende assim trazer uma descrição da ecologia dos Cephalopoda Loliginidae em regiões rasas (<20 m), contribuindo para um maior conhecimento da biologia de *L. plei* que constitui um importante recurso pesqueiro artesanal no estado de Santa Catarina.

6.1. Literatura Citada

- BOYLE, P.R. 1990. Cephalopod biology in the fisheries context. *Fisheries Research*, 8: 303 – 321.
- CUNHA, M.M. & A. MORENO 1994. Recent trends in the Portuguese squid fishery. *In*: BOYLE P.R. & G.J. PIERCE (Eds.). *Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21, Aberdeen, UK., Elsevier, pp. 231 – 241.

- CADDY, J.F. (Ed.) 1983. Advances in assessment of world cephalopod resources. *FAO Fisheries Technical Paper*, 231.
- COSTA, P.A.S. & M. HAIMOVICI 1990. A pesca de lulas e polvos no litoral do Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura*, 42 (12): 1124-1130.
- DUNNING, M. 1995. Tropical inshore squids: a review of their fisheries biology and ecology. *Milestone Report to the Fisheries Research & Development Corporation FRDC 84/017 June 95*. Queensland, Australia. 12p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION 1992. *FAO Yearbook of Fisheries Statistics*. FAO. Rome.
- GUERRA, A.; P. SANCHEZ & F. ROCHA 1994. The Spanish fishery for *Loligo*: recent trends. *In: BOYLE P.R. & G.J. PIERCE (Eds.). Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21, Aberdeen, UK., Elsevier, pp. 217 – 230.
- HAIMOVICI, M. & J.A.A. PEREZ 1991. Coastal cephalopod fauna of Southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 49 (1 – 2): 221 – 230.
- HAIMOVICI, M; J.A.A.; PEREZ & P.A.S. COSTA 1989. A review of cephalopods occurring in the waters of Rio de Janeiro state, Brazil with first record of four species. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(2): 503 – 510.
- IBRAHIM, S.; M.A. AMBAK & S. HÁ-JISAMAE 1995. Fishing methods for cephalopods in Malaysia. *INFOFISH International*. 1/95: pp. 57 – 60.
- JUANICÓ, M. 1979. Contribuição ao estudo da biologia dos Cephalopoda Loliginidae do Atlântico Sul Ocidental, entre o Rio de Janeiro e Mar del Plata. Tese de Doutorado. USP, São Paulo, 102p.

- MEDEIROS, R.P. 2001. Estratégias de pesca e usos dos recursos em uma comunidade de pescadores artesanais da praia do Pântano do Sul (Florianópolis, Santa Catarina). Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 112p.
- OKUTANI, T.; O'DOR, R.K. & T. KUBODERA 1993. Recent advances in Cephalopod Fishery Biology. Tokay University Press, Tokyo.
- PALACIO, F. 1977. A study of cephalopods from Brazil with a review of Brazilian zoogeography. Ph.D. Thesis, University of Miami. 240p.
- PEREZ, J.A.A. no prelo. Biomass dynamics of the squid *Loligo plei* and the development of a small-scale seasonal fishery off Southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*.
- PEREZ, J.A.A. & M. HAIMOVICI 1991. Cephalopod collection of "Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo", São Paulo, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 37(16): 251 – 258.
- PEREZ, J.A.A., R.S. MARTINS & J.R. BURATTO. 1999. Estrutura e dinâmica da pesca artesanal de lulas (Mollusca: Cephalopoda) em Santa Catarina. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, Olinda, pp. 954 – 967.
- PEREZ, J.A.A.; C.A.F. SCHETTINI; J.R. BURATTO & M.J. MACHADO. 1997. A pesca de lulas (Mollusca: Cephalopoda) na Ilha do Arvoredo (SC): características e relações ecológicas. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 1: 9 – 21.
- PORTEIRO, F.M. 1994. The present status of the squid fishery (*Loligo forbesi*) in the Azores Archipelago. In: BOYLE P.R. & G.J. PIERCE (Eds.). Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. *Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21, Aberdeen, UK., Elsevier, pp. 243 – 253.

ROBERTS, M.J.; P. RODHOUSE; R.K. O'DOR & Y. SAKURAI 1998. A global perspective of environmental research on squid. ICES CM 1998/M: 27. Pp. 1 – 20.

SIMONE, L.R.L. 1997. Redescription of *Lolliguncula brevis* (Blainville, 1823) (Myopsida, Loliginidae) from Southeastern Brazil. Iheringia Série Zoológica, no. 82, pp. 141 – 150.

7. Capítulo I – O Ambiente Oceanográfico Estivai na Enseada do Pântano do Sul e sua Influência sobre os Cephalopoda Loliginidae Costeiros.

7.1. Introdução

As massas d'água dos oceanos tropicais constituem a matriz ambiental básica dentro da qual os ecossistemas pesqueiros devem ser estudados (LONGHURST & PAULY 1987). Muitas das espécies de invertebrados marinhos intensivamente explotadas ao redor do mundo são encontradas em áreas restritas, geralmente conhecidas como bancos. As relações entre as condições oceanográficas e meteorológicas e a presença desses bancos têm sido extensivamente estudadas em muitos litorais do mundo (SOLANA-SANSORES & ARREGUIN-SANCHES 1993; EVANS 1995; BORZONE *et al.* 1999; PEZZUTO 2001). A formação de condições oceanográficas preferenciais, tais como ressurgências e frentes oceanográficas, também vem sendo associadas a importantes pescarias de espécies pelágicas (LAEVASTU & HAYES 1981; BAKUN & PARRISH 1990; LIN & KUO 1993; ANDRADE 1996; MATSUURA 1996; CASTELLO *et al.* 1997; SUNYÉ & SERVAIN 1998).

A exemplo do que ocorre com outros invertebrados marinhos e peixes pelágicos, a ocorrência de cefalópodes nas diversas áreas de pesca ao redor do globo parece ser fortemente influenciada pelas condições ambientais reinantes. Relações estreitas têm sido encontradas entre as condições hidrográficas nos locais de pesca e as flutuações nas capturas de lulas (SAUER *et al.* 1991; KAWAMURA & HIRAI 1993; RASERO 1994; ROBERTS & SAUER 1994; PIERCE 1995; PIERCE *et al.* 1998; YATSU *et al.* 2000). A biologia, distribuição e estrutura populacional de algumas lulas têm sido esclarecidas pela consideração dos regimes hidrográficos locais (COELHO 1985). O estudo das relações entre as características oceanográficas e a abundância de lulas pode representar um importante passo para o entendimento da ecologia e biologia desses animais, proporcionando índices preditivos da disponibilidade de lulas nas áreas de pesca (Mc INNIS & BROENKOW 1978).

No Brasil foram feitos alguns trabalhos que descrevem a relação do ambiente oceanográfico com a abundância e distribuição de cefalópodes. O trabalho pioneiro de JUANICÓ (1979) trata brevemente do tema em seu estudo sobre loliginídeos do Atlântico

sudoeste, entre o Rio de Janeiro e Mar del Plata. Posteriormente, estudos desta natureza foram feitos na costa gaúcha para a lula *Loligo sanpaulensis* (ANDRIGUETTO FILHO 1989; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1991), polvos eledonídeos (*Eledone massyae* e *E. gaucha*) (PEREZ & HAIMOVICI 1995) e outras diversas espécies de cefalópodes (HAIMOVICI & ANDRIGUETTO FILHO 1986; HAIMOVICI & PEREZ 1991a,b).

No litoral da região de Cabo Frio, Rio de Janeiro, as investigações realizadas envolveram os loliginídeos *L. plei* e *L. sanpaulensis*, os polvos bentônicos *Octopus vulgaris*, *O. tehuetchus*, *E. massyae* e *E. gaucha*, o polvo pelágico *Argonauta nodosa* e o sepiolídeo *Semirossia tenera* (COSTA & HAIMOVICI 1990; COSTA & FERNANDES 1993; COSTA 1994). Mais recentemente, PEREZ *et al.* (1997) estudaram a relação das condições oceanográficas e ocorrência da lula *L. plei* no litoral Centro-Norte catarinense.

Anualmente, nos meses de verão, grandes concentrações da lula *L. plei* ocorrem no litoral catarinense sustentando capturas significativas da frota de arrasto industrial (PEREZ 1996; PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 2001), além de uma pescaria artesanal dirigida no entorno das ilhas costeiras (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999). Tais concentrações vem sendo atribuídas à existência de regimes oceanográficos preferenciais na plataforma interna e na região costeira do estado (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 2001). A presença das concentrações de *L. plei* exploradas pela frota artesanal no entorno da Ilha de Santa Catarina no período estival parece ser influenciada pelos regimes oceanográficos que se formam durante o verão, quando os ventos de quadrante norte provocam ressurgência costeira, com a intrusão das águas frias e ricas em nutrientes da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Esse fenômeno provoca um incremento na produtividade local, o que possivelmente influencia na ocorrência de lulas, que procuram águas costeiras em busca de locais de alimentação e desova, constituindo-se em um mecanismo semelhante ao verificado na pescaria artesanal da espécie na região de Cabo Frio, RJ (COSTA & HAIMOVICI 1990). Apesar da importância dessas capturas no litoral do estado de Santa Catarina, apenas um único trabalho trata especificamente da relação entre a ocorrência desses loliginídeos e o ambiente oceanográfico, no entorno da Ilha do Arvoredo (PEREZ *et al.* 1997).

Associada com as concentrações costeiras estivais de *L. plei*, também se observa a presença de outros dois loliginídeos: *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula* cf. *brevis*. Tais espécies não possuem a mesma importância comercial observada para *L. plei*, seja pelo seu pequeno porte ou por não ocorrerem em concentrações que tornem rentáveis a sua exploração. Porém, são componentes importantes e conspícuos do ecossistema local. À semelhança de *L. plei*, a sua presença, abundância e ecologia possivelmente são influenciadas pelas características ambientais reinantes.

Nesse capítulo é apresentada a caracterização oceanográfica, em termos de massas d'água e plâncton, da Enseada do Pântano do Sul durante o período estival em três anos de monitoramento (1999, 2000 e 2001), e discutida a presença de loliginídeos, em especial de *L. plei* (adultos e paralarvas), em relação aos parâmetros ambientais analisados. O trabalho parte da hipótese de que existem condições ambientais específicas que favorecem a presença de *L. plei* nessa tradicional área de pesca artesanal.

7.2. Material e Métodos

7.2.1. Área de Estudo

A localidade de Pântano do Sul, situada ao sul da Ilha de Santa Catarina, abriga uma das mais antigas e tradicionais comunidades de pescadores artesanais do estado de Santa Catarina, com sua forte herança açoriana (MEDEIROS 2001), sendo responsável pela maior produção pesqueira artesanal do litoral catarinense (CEPSUL/IBAMA 1994, 1998, 1999, 2000; MEDEIROS 2001). Esta enseada é um local onde comumente há concentração de embarcações atuando na pesca da lula durante o verão (meses de dezembro a março) (PEREZ *et al.* 1999; MEDEIROS 2001), razão pela qual foi escolhida como área de estudo.

A Enseada do Pântano do Sul (Figura 1), delimitada ao norte pela Ponta da Andorinha e ao sul pela Ponta das Pacas, apresenta profundidade máxima de 21 metros e média de 9,8 metros, sendo circundada por morros de até 420 metros de altitude. A sua orientação geográfica SW-NE e o posicionamento dos morros que a contornam tornam a enseada exposta a ventos e ondas de quadrante sul. Por causa desta fisiografia, a região representa abrigo para ondas e ventos de quadrante norte. A grande abertura dessa enseada sugere uma forte influência dos regimes oceanográficos oceânicos.

O regime de ventos regional é controlado pelo sistema de alta pressão do Atlântico Sul, o qual gera o padrão predominante de ventos oriundos de nordeste durante a maior parte do ano. Periodicamente este padrão é alterado pelo avanço de sistemas polares frontais, os quais mudam o sentido do vento para ventos provenientes do quadrante sul. Os sistemas polares são mais intensos e freqüentes durante o inverno, porém mesmo durante este período os ventos de nordeste são predominantes (NIMER 1989).

7.2.2. Coletas

A relação da ocorrência de lulas nas áreas de pesca com a estrutura oceanográfica foi estudada através de visitas periódicas de coleta na localidade de Pântano do Sul, em três verões consecutivos (entre os anos de 1999 e 2001). As coletas foram realizadas a bordo de embarcações arrendadas junto às comunidades pesqueiras artesanais (verões de 1999 e 2000) e da lancha “Gabriel Lima”, do Curso de Oceanografia do CTTMar/UNIVALI (verão de 2001). Os dados coletados em cada campanha são mostrados na Tabela 1.

Cada coleta ocorreu em intervalos de aproximadamente 15 dias, abrangendo um período de cerca de 24 horas, e constaram de:

I. A caracterização oceanográfica da região, a qual incluiu: o monitoramento contínuo (a) da estrutura térmica e salina da coluna de água e (b) da turbidez. Perfis verticais periódicos de temperatura e salinidade foram utilizando-se um CTD SENSORDATA[®] SD-202, preparado para realizar uma leitura a cada 2 segundos. Procurou-se baixar e erguer o equipamento com velocidade constante e menor do que 0,5 m.s⁻¹, garantindo-se desta maneira a obtenção de no mínimo uma leitura a cada metro. A turbidez foi obtida apenas para os verões de 1999 e 2000, utilizando-se um turbidímetro de retro espalhamento ótico (SEAPOINT[®]), realizando-se leituras a cada 0,5 metros, desde a superfície até o fundo. O procedimento consistiu-se em medições dos parâmetros ambientais em 6 estações dentro da baía de Pântano do Sul (Figura 1). As posições das estações foram determinadas determinados através do uso de uma alidade, tendo como referência pontos da topografia local, na chegada e no final das coletas, o que gerou duas transecções paralelas à linha da praia, no sentido NE–SW, e um fundeio no ponto de pesca (Estação #1, Figura 1), onde as medições eram efetivadas aproximadamente a cada hora.

A primeira transecção, determinado como “Transecção Interna”, foi feita a aproximadamente 300 metros da arrebentação, compreendendo as estações #1 (ponto de pesca: 27°47'02” S; 048°30'29” W), #2 (27°47'18” S; 048°31'07” W) e #3 (27°47'55” S; 048°31'07” W). A segunda transecção, determinada como “Transecção Externa”, foi feita paralelamente a primeira, a cerca de 300 m desta, compreendendo as estações #4 (27°48'08” S; 048°30'30” W), #5 (27°47'37” S; 048°31'06” W) e #6 (27°47'22” S; 048°30'30” W) (Figura 1).

II. O monitoramento da presença de lulas nos locais de pesca foi feito através de amostragem com linhas de mão e zangarilho e redes manuais (saricos) operadas por todas pessoas à bordo da embarcação. Capturas noturnas foram realizadas com o auxílio de atração luminosa. Capturas de zangarilhos foram utilizadas para a análise quantitativa (*L. plei*), enquanto as capturas de sarico foram utilizadas para análises qualitativas (*i.e.*, o monitoramento da presença de outras espécies de loliginídeos, *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula cf. brevis*).

III. Amostras de zooplâncton foram obtidas através de arrastos oblíquos com uma rede cônica de 300 µm (tipo “saia-de-baiana”) e diâmetro de boca de 0,45 m, equipada com um fluxômetro previamente calibrado. Este procedimento foi repetido em dois pontos (estações #1 e #6, chamadas de estações interna e externa, a 6 e 12 metros de profundidade, respectivamente) duas vezes a cada saída, sendo uma na hora da chegada e uma outra no final das coletas. O tempo de arrasto foi de 8 minutos no total, sendo 4 minutos partindo da estação e 4 minutos retornando a mesma, a uma velocidade de 3 nós. Também foram amostrados, qualitativamente, pequenos peixes e macrozooplâncton que se encontravam no entorno da embarcação no período noturno atraídos pelas luzes, através das capturas das redes de sarico.

7.2.3. Dados Físicos

Os dados brutos de salinidade e temperatura obtidos pelo CTD foram organizados e armazenados em planilhas eletrônicas do programa Excel 97[®] (MICROSOFT CORPORATION 1997) e exportados para tratamento de integração a cada 0,5 metros, por meio de rotinas implementadas através do programa MatLab[®] 5.0.1.421 (THE MATHWORKS INC. 1997). Os dados assim tratados foram então exportados novamente

para o programa Excel 97[®], onde os dados lagrangeanos e eulerianos foram transformados em diagramas TS. Na falta dos dados lagrangeanos, os diagramas TS foram confeccionados apenas com os dados eulerianos. Dados eulerianos também foram usados, através de rotinas do mesmo programa, para descrever a dinâmica temporal do ambiente no local de pesca, em termos de salinidade (‰), temperatura (°C) e turbidez (dada pela medida fornecida pelo turbidímetro). Também foi calculado o coeficiente de estratificação, C_e , utilizado para caracterizar a variação da temperatura ao longo da coluna d'água e evidenciar a presença de diferentes massas d'água. Esse coeficiente é determinado por:

$$C_e = \frac{\overline{T_s} - \overline{T_f}}{\overline{T}} \quad (1)$$

onde $\overline{T_s}$ e $\overline{T_f}$ são as temperaturas médias da superfície e do fundo, respectivamente, e \overline{T} é a temperatura média de toda a coluna d'água. Para uma situação de coluna d'água homogênea, sem diferença vertical de temperatura, o coeficiente será zero. Quanto maior a diferença entre a superfície e o fundo, maior será o valor do coeficiente. Valores positivos ocorrerão quando a temperatura da água diminuir com a profundidade, do contrário, os valores serão negativos.

Numa segunda abordagem, os dados lagrangeanos foram exportados para o programa Surfer[®] 7.0 (GOLDEN SOFTWARE INC. 2000). Através de rotinas desse programa foram gerados gráficos de isohalinas e isotermas das transecções verticais de salinidade e temperatura interna (estações #1 a #3) e externa (estações #4 a #6).

As massas d'água foram identificadas, conforme suas características de salinidade e temperatura, de acordo com as classificações apresentadas nos trabalhos de EMILSSON (1961), MATSUURA (1986) e CARVALHO *et al.* (1998).

Dados de direção e velocidade de ventos, referentes à Estação Meteorológica de São José/Florianópolis, foram gentilmente cedidos pela direção do CLIMERH de Florianópolis.

7.2.4. Plâncton

As amostras de plâncton coletadas em campo foram discriminadas por estações (interna ou externa), acondicionadas em formalina a 10% e trazidas ao laboratório, onde foram separadas em 3 frações através de um jogo de peneiras com malhas de porosidade decrescente, a saber: maior que 2000 μm (fração maior), entre 2000 e 1000 μm (fração

intermediária) e entre 1000 e 300 μm (fração menor). As frações assim separadas tiveram suas massas úmidas determinadas através de pesagem em uma balança de precisão (OHAUS PRECISION STANDARD[®]) ao milésimo de grama. As biomassas de cada fração (em g.m^{-3}) foram determinadas dividindo-se os pesos úmidos registrados pelo volume filtrado pela rede, obtido segundo a metodologia apresentada em BOLTOVSKOY (1999).

Posteriormente às pesagens, as frações foram submetidas a uma análise qualitativa, com o auxílio de uma lupa binocular estereoscópica a magnificação de 6,7 a 40 X (OLYMPUS[®] SZ-PT). Nesta abordagem foi determinado, para cada amostra e fração, os organismos dominantes ao menor nível taxonômico possível.

7.2.5. Paralarvas

Paralarvas da família Loliginidae foram obtidas através dos arrastos oblíquos de plâncton realizados rotineiramente nas campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul (para detalhes ver **Item 7.2.2.**). Após a triagem, foram identificadas ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de uma lupa binocular na magnificação de 6,7 a 40 X (OLYMPUS[®] SZ-PT), de acordo com as chaves de identificação de HANLON *et al.* (1992) e NESIS (1999). Medições do comprimento do manto dos indivíduos foram realizadas com a mesma lupa, acoplada ao sistema de análise de imagens Image-Pro Plus[®] 3.0.01.00 (MEDIA CYBERNETICS, LP).

7.2.6. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições na Enseada do Pântano do Sul

A relação da ocorrência dos três loliginídeos em relação aos tipos de massas d'água e as variáveis ambientais foram analisadas à partir da descrição do ambiente de cada campanha de coleta e a análise da ocorrência dos loliginídeos em cada uma dessas ocasiões, sendo que nessa abordagem cada uma das espécies foi agrupada conforme sua ocorrência em relação ao tipo de massa d'água.

7.2.7. Ocorrência de *Loligo plei* em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul

A relação entre as concentrações de *L. plei* nas campanhas e o ambiente oceanográfico foi investigada através do uso de ACP (Análise de Componentes Principais). Este tipo de análise permite reduzir o número de dimensões de um conjunto multivariado de observações, permitindo: (a) a identificação de associações entre as observações (agrupamento), e (b) a detecção das principais variáveis responsáveis por tais associações (PEREZ & O'DOR 1998).

As variáveis ambientais utilizadas nas análises incluíram: a CPUE (Captura por Unidade de Esforço) de *L. plei* obtida para cada campanha (em nº lulas.pescador⁻¹.hora⁻¹), biomassa de plâncton em duas das frações investigadas (MAIOR: >2000 µm; MENOR: entre 1000 e 300 µm), quadrante do vento (QUADRANTE VENTO), velocidade média do vento (VELVENT, em m.s⁻¹), coeficiente de estratificação médio (CE, calculado para cada campanha) e temperatura mínima (TMIN, em °C medida *in situ* para cada campanha). Todos os dados foram standardizados para que os valores fossem diretamente comparáveis. Para o cálculo das ACPs foi utilizado o módulo de análises fatoriais do programa Statistica[®] 5.0 (STATSOFT CORPORATION 1997).

A matriz de correlação foi calculada para os dados standardizados e novos eixos (fatores) foram extraídos na direção da maior variância. Tais fatores, que são essencialmente combinações lineares das variáveis originais, foram usados para interpretar as condições ambientais e a distribuição das campanhas.

Numa primeira abordagem foram incluídos na ACP apenas os dados ambientais, o que levou a identificação de como se distribuíram as campanhas de coleta em relação ao ambiente local durante os três verões monitorados. Posteriormente, numa tentativa de se detectar como a presença de lulas foi influenciada pelas condições ambientais, foi feita uma nova ACP com o uso da CPUE de *L. plei*, representando a variável ocorrência de *L. plei*.

Em ambas abordagens foram representadas as CPUEs nos gráficos gerados à partir dos eixos fatoriais calculados para uma melhor visualização de como se comportou a abundância dos organismos nas coletas em relação às diferentes combinações de parâmetros ambientais e biológicos nas campanhas.

7.3. Resultados

7.3.1. Características Oceanográficas da Área de Estudo

Os valores máximos, mínimos, médios e desvios padrão de temperatura e salinidade para todos os dias de coleta nos três verões monitorados são reportados nas Tabelas 2, 3 e 4.

Três tipos de massas d'água foram identificadas nas campanhas de coleta: a Água de Plataforma (AP) ($T > 20^{\circ}\text{C}$; S 34,5–36‰), a Água Costeira (AC) ($T > 20^{\circ}\text{C}$; $S < 34,5\text{‰}$), bastante influenciada pelo aporte continental, e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) ($T < 20^{\circ}\text{C}$; $S < 36,4\text{‰}$). No **Anexo 1** são apresentados os diagramas TS, o acompanhamento temporal dos parâmetros ambientais no local de pesca e as transecções de salinidade e temperatura de cada campanha. As percentagens de quadrantes de vento registradas nos três verões são apresentadas na Tabela 5.

A seguir são reportadas as características ambientais reinantes, em termos de massas d'água, quadrantes de ventos e plâncton, para cada campanha.

7.3.1.1. Verão 1999

O verão de 1999 foi caracterizado por um ambiente bastante estável, dominado pela presença da AP com apenas dois registros de penetração de massas d'água com características diferentes: a AC na primeira campanha (14-15 de dezembro de 1998) e a ACAS nos dias 26-27 de janeiro de 1999 (terceira campanha), conforme demonstram os diagramas TS (Figura 2). Os dados de direção de vento demonstram que este verão foi atípico para os padrões da região, com dominância de ventos de quadrante sul (Tabela 5). A presença da AC na primeira campanha é bem evidenciada pela brusca queda na salinidade observada no acompanhamento temporal dos parâmetros (Figura 3), e pelas transecções de salinidade do dia 15 de dezembro de 1998, que mostraram uma discreta estratificação, com maiores valores de salinidade próximos ao fundo (34‰ aos 12 metros na transecção interna, e 34‰ e 35‰ aos 12 e 14,5 metros, respectivamente, na transecção externa). Esta situação sugere que a intrusão da AC ocorreu por cima da AP (Figura 4).

A presença da ACAS na terceira campanha é bem evidenciada pelos diagramas TS (Figura 2) e pela estratificação térmica observada nas transecções interna e externa do dia 26 de janeiro de 1999, que mostram uma coluna d'água estratificada, embora sem a

presença de uma termoclina bem definida. A isoterma de 20°C aparece a cerca de 12 metros na transecção interna e a 12,5 metros na externa, o que demonstra que a ACAS esteve restrita à profundidades maiores que 12 metros (Figura 5). No dia 27 de janeiro de 1999 a coluna d'água apresentou alguma estratificação, e foi totalmente dominada pela AP, o que sugere uma possível retração da ACAS para águas ainda mais profundas do que observado no dia anterior (Figura 6). Essa dominância da AP também é evidente no diagrama TS (Figura 2).

As demais campanhas (dias 12-13 de janeiro de 1999, 10-11 de fevereiro de 1999 e 24-25 de fevereiro de 1999) apresentaram situação oceanográfica estável, com predominância da AP, como demonstram os diagramas TS (Figura 2), as transecções de salinidade e temperatura e as poucas variações temporais nos parâmetros monitorados (**Anexo 1**).

As biomassas de plâncton variaram entre 0,06 a 1,66 g.m⁻³ na fração maior (>2000 µm), 0,04 a 0,47 g.m⁻³ na fração intermediária (2000 – 1000 µm) e entre 0,03 e 1,74 g.m⁻³ na fração menor (1000 – 300 µm) (Tabela 6). A primeira campanha de coleta (14-15 de dezembro de 1998) apresentou as maiores variações de biomassa de plâncton, com uma queda considerável de um dia para o outro nas três frações analisadas, o que parece associado a penetração da AC. Em contraste, se registrou um considerável aumento na biomassa de plâncton na fração menor nos dias 26-27 de janeiro (terceira campanha) (Tabela 6, Figura 7), formada principalmente pela diatomácea cêntrica *Coscinodiscus wailesii*, espécie exótica (FERNANDES *et al.* 2001). Nesta ocasião, observou-se a presença da ACAS na região.

7.3.1.2. Verão 2000

Em contraste com o verão anterior, os ventos de quadrante sul e norte estiveram distribuídos equitativamente nos meses de amostragem (Tabela 5).

As duas primeiras campanhas do verão de 2000 foram marcadas pela presença da AP com diferentes graus de penetração da ACAS, como demonstram os diagramas TS (Figura 8) e as transecções de temperatura (**Anexo 1**).

A terceira campanha (15-16 de fevereiro de 2000), apresentou uma intrusão da AC como registrado na primeira coleta do ano anterior, o que pode ser evidenciado pelo diagrama TS (Figura 8).

A última campanha (02-03 de março de 2000) foi marcada pelo total afloramento da ACAS, como mostra o diagrama TS (Figura 8), ocasião em que toda a coluna d'água apresentou temperaturas inferiores a 19°C desde a superfície até o fundo (Figuras 9 e 10).

As biomassas de plâncton nessa temporada variaram entre 0,55 e 14,90 g.m⁻³ na fração maior, 0,09 a 0,53 g.m⁻³ na intermediária e entre 0,27 e 1,52 g.m⁻³. Os taxa dominantes a cada fração foram, em ordem decrescente de tamanho, organismos gelatinosos (salpas, medusas, sifonóforos), larvas de crustáceos decápodes e chaetognatas na fração maior, copépodos calanoida na fração intermediária e a diatomácea cêntrica *C. walesii* na fração menor (Tabela 6; Figura 7).

7.3.1.3. Verão 2001

Este verão foi bastante semelhante ao anterior, com episódios de intrusão da ACAS e uma campanha onde se registrou a presença dessa mesma massa d'água em toda a coluna (ressurgência). Em contraste, a ocorrência de AC não foi verificada nas campanhas (ver diagramas TS na Figura 11 e transecções de salinidade e temperatura no Anexo 1). Em termos de quadrante de vento, os de quadrante norte foram predominantes (Tabela 5).

O dia 02 de fevereiro de 2001 (terceira campanha) apresentou uma forte intrusão da ACAS, (Figura 11), e foi a ocasião onde se observou o máximo gradiente de temperatura registrado em todas as campanhas nos três verões monitorados. Apesar de novas transecções de salinidade e temperatura não terem sido feitas no dia seguinte, o acompanhamento temporal demonstra claramente o avanço da ACAS até profundidades menores. A temperatura média da coluna d'água diminuiu cerca de 3°C entre as 18:20 horas do dia 02 de fevereiro e 01:20 horas do dia 03 de fevereiro. A salinidade subiu de 34,5‰ para 35,3‰ no mesmo intervalo da mudança de temperatura. A mudança temporal do *Ce* também revela um aumento progressivo do gradiente térmico no mesmo intervalo de tempo registrado para a temperatura e a salinidade, com um máximo às 01:02 horas do dia 03 de fevereiro (Figura 12). A transecção externa apresentou uma forte estratificação, com a temperatura caindo de 26°C nos primeiros 2,5 metros a 19°C aos 14,5 metros,

constituindo o maior gradiente térmico registrado em todas as campanhas de coleta. A termoclina aparece bem definida entre os 13 e 14,5 metros de profundidade, mostrando que a temperatura caiu 5°C em apenas 1,5 metros de profundidade (Figura 13 B).

Na última campanha deste verão (02-03 de março de 2001), observou-se uma forte ressurgência (Figura 11), com a predominância da ACAS. As transecções verticais de temperatura revelaram fraca estratificação térmica (**Anexo 1**).

Em termos de plâncton, esse verão apresentou variações de 0,30 a 1,45 g.m⁻³ na fração maior, 0,08 a 0,62 g.m⁻³ na fração intermediária, e entre 0,26 e 15,22 g.m⁻³ na fração menor (Tabela 6, Figura 7). Taxonomicamente, os organismos dominantes a cada fração foram os mesmos registrados no verão anterior, com exceção das segunda e terceira campanha, onde a fração menor apresentou, além da diatomácea *C. wailesii*, o cladóceros *Penilia avirostris*. Deve-se destacar também que filamentos mucilaginosos de matéria orgânica foram encontrados enredados aos organismos em todas as frações de plâncton nas três primeiras campanhas deste verão, o que provavelmente se trata de restos de florações da diatomácea *C. wailesii* (L.A. PROENÇA, com. pess.).

7.3.2. Paralarvas

Um total de 24 paralarvas de lulas foram coletadas na Enseada do Pântano do Sul nos três verões amostrados. Destas, 6 foram positivamente identificadas como *L. plei*, de acordo com o padrão de cromatóforos (Figura 14), e 18 como Loliginidae. No verão de 1999 foi coletada apenas uma única paralarva, enquanto que nos verões de 2000 e de 2001 foram capturadas 21 e 2 paralarvas, respectivamente. Os tamanhos das paralarvas variaram desde 1,26 mm a 2,84 mm de comprimento de manto. A densidade de paralarvas nas coletas variou de 0,07 a 0,72 indivíduos.m⁻³ (Tabela 7), sendo que o maior número de paralarvas coletadas (n = 19) foi registrado na campanha de 02-03 de março de 2000 (Tabela 7), ocasião de total afloramento da ACAS na Enseada do Pântano do Sul. Merece destaque também a captura de um exemplar juvenil do sepiolídeo *Semirossia tenera* (CM = 8,38 mm) no arrasto de plâncton realizado na estação interna no dia 09 de fevereiro de 2000.

7.3.3. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul

A distribuição dos Loliginídeos em relação as massas d'água registradas na Enseada do Pântano do Sul é mostrada na Figura 15. *L. plei* e *L. sanpaulensis* estiveram presentes em todas as situações encontradas, sendo que a primeira espécie foi mais freqüente em situações de intrusão da ACAS, enquanto a segunda quando houve influência de Água Costeira. *Lolliguncula cf. brevis* teve sua presença vinculada à AP e a mistura da AP com a ACAS.

Não foram constatadas associações entre as espécies, porém ficou evidente que os três loliginídeos estão associados a condições ambientais bastante distintas. Esse padrão parece ser um reflexo gerado pela presença das distintas massas d'água, seu tempo de permanência e sua dinâmica na Enseada do Pântano do Sul, as quais por sua vez criaram condições distintas de temperatura, salinidade e produtividade.

O pequeno loliginídeo *Lolliguncula cf. brevis* esteve presente em situações de pouco biomassa planctônica, pouca ou nenhuma estratificação, alta temperatura, elevada salinidade e ventos moderados de quadrante norte, que pouco afetam a estrutura da coluna d'água. Esta situação foi observada em duas ocasiões: dias 12-13 de janeiro de 1999, quando a Enseada do Pântano do Sul esteve amplamente dominada pela AP, e dias 26-27 de janeiro de 1999, onde a AP ocupou o maior volume da Enseada (>70%), com uma pequena intrusão da ACAS. No verão de 2000 foi capturado apenas um único exemplar, em uma situação de coluna d'água estratificada semelhante à última citada (AP juntamente com ACAS).

L. sanpaulensis apresentou foi mais freqüente em situações de baixa salinidade, baixa biomassa planctônica, baixas temperaturas, fracos ventos de quadrante sul e pouca estratificação. A espécie foi abundante, tanto como indivíduos juvenis como lulas adultas, na primeira coleta do verão de 1999, ocasião em que houve uma forte intrusão de Água Costeira na Enseada do Pântano do Sul. Posteriormente foram capturados, na maioria das vezes, indivíduos juvenis da espécie atraídos pelas luzes da embarcação, em situações de mistura da AP e a ACAS e no afloramento da ACAS na última campanha.

L. plei ocorreu mais freqüentemente em situações de água estratificada, ventos fracos e de quadrante norte e elevadas biomassas planctônicas, situação típica do aumento

na produtividade local gerado pela intrusão da ACAS. Apesar de ser considerada uma espécie tropical (HAIMOVICI & PEREZ 1991a,b) a espécie parece se concentrar quando a coluna d'água está estratificada, com as águas frias da ACAS junto ao fundo e quentes da AP no restante da coluna d'água.

7.3.4. Ocorrência de *Loligo plei* em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul

A ACP incluindo as variáveis ambientais gerou dois eixos fatorais que juntos explicaram 70,2% da variância total (Tabela 8), produzindo uma representação bidimensional das relações entre as variáveis ambientais e as coletas (Figura 16). O primeiro eixo fatorial, responsável por 38,7% da variabilidade, foi influenciado principalmente pelas cargas da fração de plâncton menor, do quadrante do vento e da temperatura mínima (Tabela 11). O segundo eixo fatorial contribuiu com 31,5% da variância total, tendo como principais cargas a velocidade do vento e o coeficiente de estratificação (Tabela 8).

A plotagem das campanhas de coleta sobre os eixos fatoriais revelou um agrupamento no hemiplano superior (Figura 16). Na primeira situação (quadrante II), as condições ambientais reúnem fracos ventos de quadrante norte, baixas temperaturas mínimas e elevadas biomassas de plâncton. O quadrante inferior direito (III) abrigou uma única coleta, e incluiu condições de alta estratificação da coluna d'água e alta velocidade de ventos de quadrante norte, elevadas biomassas de plâncton e baixas temperaturas mínimas. Ambas situações denotam a influência da intrusão da ACAS na região, evidenciada pela direção do vento, baixas temperaturas mínimas e estratificação da coluna d'água. O quadrante inferior esquerdo (IV) possui condições de coluna d'água estratificada, alta velocidade de ventos de quadrante sul e baixas biomassas de plâncton, e agrupou duas coletas. No quadrante superior direito (I) ficaram reunidas cinco campanhas. Nessa situação o ambiente se apresentava pouco estratificado, com elevada temperatura, pouco plâncton e ventos fracos de quadrante sul.

Ao examinarmos o gráfico no sentido horário, podemos acompanhar a dinâmica do ambiente por influência dos ventos: partindo-se da situação representada pelo segundo quadrante (II) nota-se uma situação de vento nordeste e pouca estratificação, o que parece representar o começo da intrusão da ACAS. No terceiro quadrante (III) a ACAS atinge seu

máximo de penetração no sistema, gerando uma alta estratificação. O quarto quadrante (IV) parece representar o começo da entrada de uma frente fria, cujos ventos de direção Sul começam a homogeneizar a coluna d'água. Por fim, o primeiro quadrante (I) representa o efeito da entrada do vento sul, com a coluna d'água totalmente homogênea (Figura 16^a).

Após a combinação dos dados ambientais e a CPUE de *L. plei*, a ACP gerou dois eixos fatoriais que conjuntamente explicaram 68,6% da variância (Tabela 9). O primeiro eixo fatorial gerado foi responsável por 41,5% da variância, tendo como principais cargas fatoriais a CPUE, a fração maior do plâncton, o quadrante do vento e a temperatura mínima (Tabela 9). O segundo eixo fatorial foi influenciado principalmente pelas cargas da velocidade do vento e do coeficiente de estratificação, explicando 27,1% da variância (Tabela 9). A representação gráfica da plotagem das campanhas com os eixos fatoriais produziu um agrupamento das campanhas no hemiplano direito, influenciado, como na ACP anterior, pela presença da ACAS (Figura 17).

Nessa situação as estações onde houveram as maiores CPUEs ficaram em sua maioria agrupadas entre os quadrantes superior (II) e inferior (III) do hemiplano da metade direita do gráfico (Figura 17), numa situação de ventos de quadrante norte e elevado CPUE de *L. plei*. No quadrante inferior esquerdo (IV), o qual reuniu condições de altas temperaturas, pouca estratificação, baixa CPUE, ficaram reunidas exatamente as mesmas cinco coletas já registradas na ACP anterior. No quadrante superior esquerdo (I) ficaram agrupadas duas coletas. Esta situação reuniu condições de baixo CPUE, alta estratificação, baixas biomassas de plâncton e temperaturas elevadas.

Em ambas abordagens as maiores CPUEs de lula nas coletas agruparam-se em condições de, principalmente, (a) coluna d'água estratificada e (b) elevadas biomassas de plâncton (Figuras 16 e 17), reflexos da influência do ventos de Nordeste dominantes no verão – sendo que as frentes frias (ventos de quadrante Sul) resultam na dispersão da lula. Tais condições refletem diretamente o incremento na produtividade local gerado pela intrusão das águas ricas em nutrientes da ACAS pelo fenômeno de ressurgência costeira.

Em contraste com essas situações de elevadas biomassas de *L. plei*, houveram cinco coletas ocorridas em dias com pouco vento, nenhuma estratificação da coluna d'água e baixas biomassas de plâncton. Não houveram capturas de *L. plei* em duas destas cinco

coletas, sendo que as demais apresentaram baixas CPUEs (Figuras 16b e 17b). Em tais situações, não houve influência da ressurgência costeira da ACAS.

7.4. Discussão

7.4.1. Características Oceanográficas da Área de Estudo

As campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul revelaram dois panoramas oceanográficos distintos: em 1999, houve um amplo domínio da AP, enquanto que as temporadas de 2000 e 2001 apresentaram episódios repetitivos de ressurgência, com registros de intrusão da ACAS a profundidades bem inferiores a àquelas geralmente reportadas pela literatura (METZIER *et al.* 1997; CARVALHO *et al.* 1998; SUNYÉ & SERVAÏN 1998; BORZONE *et al.* 1999; PEZZUTO 2001).

A forte intrusão de Água Costeira (AC) que ocorreu na primeira campanha (15 de dezembro de 1998) não parece ter sido causada por aporte pluvial, pois águas de baixa salinidade (<34‰) foram registradas até os 12 metros de profundidade e a queda da salinidade estaria restrita à faixa superficial, caso tivesse sido causada apenas por efeito de precipitação. Uma possível explicação para esse fenômeno é que esta água menos salina tenha sido transportada desde o norte ou do sul, representando uma advecção das águas dos estuários dos rios da região, como por exemplo, o Rio Tijucas ao norte da Ilha de Santa Catarina. A influência dos rios ocorre nas camadas superficiais, podendo alcançar maiores profundidades caso esteja havendo um evento de subsidência de águas junto à costa (CARVALHO *et al.* 1998). Esta hipótese também parece plausível para explicar a presença da AC em condições muito semelhantes na área de estudo na terceira campanha do verão de 2000 (15-16 de janeiro de 2000). A presença de AC em profundidades maiores do que as registradas no presente estudo já havia sido anteriormente reportada por SUNYÉ & SERVAÏN (1998) na costa Sudeste-Sul do Brasil, e juntamente com os resultados aqui obtidos contradizem resultados anteriores que sugerem que a influência da AC estaria limitada somente às águas superficiais em regiões muito próximas à costa (PEZZUTO 2001).

A predominância da AP nas demais campanhas do verão de 1999, e o fato da presença da ACAS ter sido registrada em uma única ocasião nesse ano (dia 26 de janeiro de 1999), nos extratos abaixo dos 12 metros de profundidade são reflexos de que, atipicamente

para os padrões da região (NIMER 1989), os ventos de quadrante sul prevaleceram no verão de 1999. Ventos de quadrante sul causariam a subsidência das águas junto à costa, com o afundamento da termoclina, segundo o mecanismo proposto por CARVALHO *et al.* (1998).

Em contraste com o verão de 1999, os verões de 2000 e 2001 foram marcados por episódios de diferentes graus de intrusão e de ressurgência costeira da ACAS induzidas pelo regime de ventos.

A presença de estratificação térmica da coluna d'água durante os meses de verão foi reportada ao norte da área de estudo por PEREZ *et al.* (1997), na região da Ilha do Arvoredo, onde foi registrada a presença de águas frias (17 a 18,5°C, possivelmente ACAS) abaixo dos 10 metros de profundidade. Posteriormente, CARVALHO *et al.* (1998) registram a presença de distintas massas d'água junto à costa do litoral Centro-Norte catarinense durante o verão. Mais recentemente, BORZONE *et al.* (1999) e PEZZUTO (2001) reportam a intrusão periódica da ACAS em profundidades maiores que 20 metros no litoral norte catarinense, na região de São Francisco do Sul, e sugerem como possível causa deste fenômeno ao efeito de vórtices sobre a plataforma continental.

A predominância de ventos de quadrante nordeste durante o verão induzem o deslocamento das águas superficiais para oeste pelo transporte de Ekman, e por continuidade as águas mais frias ascendem do fundo para ocupar o lugar (BOWDEN 1983; CASTRO FILHO 1990). Esse mecanismo de transporte de água por Ekman é semelhante ao que causa a ressurgência costeira na região de Cabo Frio (RJ), amplamente documentado na literatura (*e.g.* IKEDA *et al.* 1971; MASCARENHAS *et al.* 1971; MAGLIOCCA *et al.* 1979; MATSUURA 1986 e outros).

O fenômeno de ressurgência costeira na região da área de estudo é citado em MATSUURA (1986). O autor registrou o fenômeno na região costeira ao sul da Ilha de Santa Catarina no mês de janeiro de 1978, porém seu trabalho não reporta a profundidade em que ocorreu o fenômeno. BAKUN & PARRISH (1990), em estudos sobre o habitat reprodutivo da sardinha *Sardinella brasiliensis* (denominada erroneamente pelos autores como *Sardinella aurita*), também registram ressurgências costeiras da costa Sudeste-Sul do Brasil. Posteriormente, o trabalho de CARVALHO *et al.* (1998) sobre a estrutura termohalina do litoral Centro-Norte catarinense relatam o mesmo fenômeno nas

proximidades da Ilha do Arvoredo. Esses dois últimos trabalhos assinalam o regime de ventos regional como causa do fenômeno de ressurgência.

Em termos de plâncton, também se observou uma situação distinta entre o verão de 1999 e os verões de 2000 e 2001, notavelmente na fração de organismos com tamanho entre 1000 e 300 μm , onde se verificou uma substituição de *taxa* planctônicos dominantes em função da influência de massas d'água.

No verão de 1999 essa fração foi amplamente dominada pelo cladóceros *Penilia avirostris*, característico da Corrente do Brasil (RESGALLA JR & MONTÚ 1993), o que indica que houve influência da Água Tropical (AT) na Enseada do Pântano do Sul, apesar dessa massa d'água não ter sido detectada nos diagramas TS ou nas transecções realizadas. Nos verões posteriores (2000 e 2001), os cladóceros foram substituídos pela diatomácea cêntrica *Coscinodiscus wailesii*. Essa diferença parece ser reflexo direto do maior grau de intrusão da ACAS nos dois últimos verões. Essa constatação é ainda reforçada pela presença de uma alta biomassa de *C. wailesii* na terceira campanha do verão de 1999, única ocasião em que a ACAS foi reportada na área de estudo nesse ano.

Nas frações planctônicas maiores a situação foi semelhante nos três verões, com a fração acima de 2000 μm composta basicamente por altas biomassas de organismos gelatinosos (salpas, medusas e sifonóforos), havendo também a presença de larvas (zoea e megalopae) de crustáceos decápodes e o sergestídeo planctônico *Lucifer faxoni*. A fração entre 2000 e 1000 μm foi dominada por copépodos calanoida.

A intrusão da ACAS, rica em nitratos e outros nutrientes, na zona eufótica da Enseada do Pântano do Sul cria condições propícias para o desenvolvimento da produção primária (fitoplâncton) e secundária (zooplâncton) (RESGALLA JR *et al.* 2001). O fitoplâncton responde rapidamente (em escala diária) à injeção de nutrientes (PARSONS *et al.* 1984). As grandes biomassas de *C. wailesii* encontradas e a presença de material muscilaginoso possivelmente resultante das florações dessa mesma diatomácea (L.A. PROENÇA, com. pess.) parecem ser resultado desse aporte de nutrientes pela ACAS. Isso sugere que as ressurgências observadas sejam episódios importantes para a produtividade local durante o verão.

A presença de altas biomassas de diatomáceas e peixes clupeiformes é uma situação típica de áreas de ressurgência (ODUM 1983). A Enseada do Pântano do Sul é um local

onde tradicionalmente se procede a coleta de isca-viva (composta de pequenos peixes pelágicos omnívoros, principalmente a sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*), pelos barcos atuneiros da frota catarinense que operam com vara e isca-viva na plataforma continental da costa Sudeste-Sul brasileira (LIN 1992; SANTOS & RODRIGUES-RIBEIRO 2000, R.P. MEDEIROS, com. pess.). Essas embarcações estiveram presentes na área de estudo em quase todas as campanhas de coleta nos verões de 2000 e 2001 (obs. pess.), indicando que os episódios de ressurgência na região favorecem a concentração de pequenos peixes pelágicos.

A ocorrência de organismos planctônicos herbívoros nas coletas também suporta a importância dos episódios de ressurgência na região (HERON 1972a,b; PIRES-VANIN *et al.* 1993), como no caso das salpas, na fração acima de 2000 μm .

Os resultados obtidos demonstram que o regime oceanográfico estival, influenciado por ressurgências costeiras geradas pelo regime de ventos resulta em períodos de alta, porém altamente variável, produtividade sazonal na Enseada do Pântano do Sul. Os eventos de incremento na produtividade costeira ocorreriam de forma intermitente, onde ventos de quadrante norte induziriam a intrusão das frias e férteis águas da ACAS, o que permitiria a estruturação de curtas cadeias tróficas, e a conseqüente concentração de alimento, enquanto a passagem de frentes frias, e a conseqüente mudança do vento para o quadrante sul, dissipariam a produtividade resultante das ressurgências. Esses eventos poderiam proporcionar áreas de alimentação para peixes pelágicos e lulas (VOSS & BRAKONIECKI 1985). Em tipos de ambiente como este, como por exemplo, a costa noroeste africana (DAWE & BRODZIAK 1998; FAURE *et al.* 2000) e algumas áreas do Mar Mediterrâneo, a fauna de cefalópodes é diversa e dominada por loliginídeos (DAWE & BRODZIAK 1998).

As aparentes correlações entre as condições oceanográficas particulares que se formam durante o verão e a produção pesqueira artesanal na Enseada do Pântano do Sul, em outras regiões de entorno da Ilha de Santa Catarina e também em outros pontos do litoral do estado em regiões rasas (<20 m) ainda não são completamente entendidas, e carecem de maior investigação. Novos estudos devem avaliar as variações interanuais de intrusão da ACAS e de outros tipos de massas d'água (AC, AP e AT) bem como as relações entre a produtividade local, ecologia e a produção pesqueira artesanal.

7.4.2. Paralarvas

Os resultados desse estudo mostram pela primeira vez que paralarvas de Loliginidae são ocasionalmente encontradas na Enseada do Pântano do Sul durante o verão. O baixo número de indivíduos identificados a nível específico (*L. plei*, n = 6) foi atribuído ao fato de que a preservação em formalina tende a destruir os cromatóforos, cujo número e disposição são elementos críticos para a identificação das paralarvas de Loliginidae (NESIS 1999).

As densidades estimadas devem ser interpretadas com reservas, pois o método de amostragem não foi adequado para esse tipo de abordagem. As paralarvas de loliginídeos possuem uma limitada habilidade de locomoção nos primeiros 2 – 3 meses de vida (MANGOLD 1963), e podem ser transportadas por correntes locais para áreas com abundância de presas. Assim, além de sugerir desovas locais, devido ao fato de que a Enseada do Pântano do Sul configura-se como um local propício à desova, uma vez que os Loliginidae tipicamente desovam em águas rasas junto à costa (VOSS 1983), onde as temperaturas elevadas são favoráveis ao desenvolvimento (O'DOR & WELLS 1987), não se pode descartar a hipótese de que as paralarvas encontradas possam ser oriundas de desovas em outros locais de entorno da Ilha de Santa Catarina, ou mesmo de outros locais do litoral catarinense.

Paralarvas de Loliginidae, incluindo *L. plei*, já haviam sido anteriormente identificadas na região costeira do litoral Centro-Norte catarinense, no entorno da Ilha do Arvoredo (J.A.A. PEREZ, dados não publicados; M. RODRIGUES–RIBEIRO, dados não publicados) e na Enseada da Armação de Itapocoroy, município de Penha (M. RODRIGUES–RIBEIRO, dados não publicados).

Poucos estudos tratam da distribuição, abundância e ecologia das paralarvas de Loliginidae. Em estudos sobre a ecologia de *Lolliguncula brevis* na região costeira e estuarina da Louisiana, VECCHIONE (1991), coletou 267 paralarvas desta espécie, além de duas de *Loligo* sp.. A maior abundância de paralarvas de *L. brevis* foi obtida em arrastos próximos ao fundo, e o principal fator limitante descrito pelo autor foi a salinidade, não se encontrando paralarvas em salinidades menores que 22‰. O autor sugere que a tolerância à menores salinidades se desenvolva no final do desenvolvimento ontogenético.

Na plataforma continental portuguesa, MORENO & REIS (1995) encontraram baixas abundâncias de paralarvas de *L. vulgaris*, *L. forbesii* e *Alloteuthis* sp. através de coletas com redes de plâncton do tipo bongo em profundidades maiores do que as do presente estudo. A principal espécie presente nas coletas foi *L. vulgaris*. Um padrão sazonal de aumento da abundância no inverno/primavera foi identificado, e o principal fator limitante citado pelos autores foi a temperatura superficial do mar, com maiores capturas de paralarvas em intervalos de 13 a 16°C.

SAUER (1995) encontrou paralarvas de *L. vulgaris reynaudii* em um sítio de desova da espécie na área de um parque nacional marinho na costa sudeste da África do Sul. Embora o método de amostragem utilizado pelo autor tenha sido apropriado, o número de paralarvas coletadas (n = 11) foi inferior ao encontrado no presente estudo. Capturas de paralarvas de *L. gahi* foram registradas no entorno das Ilhas Malvinas (PATTERSON 1988; HATFIELD *et al.* 1990; HATFIELD 1992; RODHOUSE *et al.* 1992), porém os autores não reportam as densidades de organismos encontradas.

ROCHA *et al.* (1999) freqüentemente encontraram paralarvas (principalmente Loliginidae), em fortes eventos de ressurgência na costa da Galícia, noroeste da Espanha. De fato, a maior abundância de paralarvas observada no presente estudo (0,72 indivíduos.m⁻³) foi registrada em uma ocasião de total ressurgência, em que a ACAS tomou toda a coluna d'água (dias 02-03 de março de 2000).

Embora a quase totalidade das lulas (*L. plei*) coletadas nos três verões monitorados estivessem em estágio avançado de maturação (estágio III da escala de PEREZ *et al.* (2002); dados não publicados), mergulhos exploratórios na área de estudo feitos à partir do ponto de pesca não revelaram a presença de desovas de lulas (obs. pess.). Porém, deve-se considerar que não haja grandes agregações reprodutivas, como ocorre com *L. opalescens* na costa da Califórnia (HIXON 1983; HALL 2000), *L. vulgaris reynaudii* na costa sudeste da África do Sul (AUGUSTYN 1991; SAUER *et al.* 1992; ROBERTS & SAUER 1994; ROBERTS 1998) e *Uroteuthis* (sin. *Loligo*) *edulis* na costa de Hong Kong e no litoral sudoeste do Japão (NATSUKARI 1978; NORMAN 2000), ou ainda, que a desova ocorra em áreas mais profundas do que a do ponto de coleta. No leste do Golfo do México, VECCHIONE (1988) encontrou desovas da espécie em fundos arenosos a cerca de 60 metros de profundidade.

Apesar de não terem sido identificadas desovas durante as campanhas de coleta, não se pode descartar a hipótese de que possam ocorrer na área, uma vez que já foram coletadas desovas de Loliginidae na Enseada do Pântano do Sul no verão de 1992 (R.A. SANTOS, com. pess.).

7.4.3. Distribuição dos Loliginídeos em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul

Apesar dos resultados obtidos não poderem ser considerados definitivos em virtude da diferença do esforço amostral entre *L. plei* e os demais loliginídeos, a presença de cada loliginídeo parece estar associada a distintas condições ambientais geradas pelos diferentes tipos de massas d'água presentes na Enseada do Pântano do Sul durante o verão.

Os resultados obtidos para *Lolliguncula cf. brevis* contrastam com os obtidos para *Lolliguncula brevis* na literatura, que descrevem a espécie como costeira e estuarina (portanto, presente em menores salinidades) (VOSS 1956; LIVINGSTON *et al.* 1976; LAUGHLIN & LIVINGSTON 1982; HAIMOVICI & PEREZ 1991a,b; NORMAN 2000), pois a espécie não foi capturada nas duas ocasiões em que houve a intrusão da Água Costeira na Enseada do Pântano do Sul. Além desse fator, no presente estudo não foi encontrada nenhuma correlação entre a sua abundância com a biomassa planctônica e baixas salinidades, como anteriormente demonstrado por LAUGHLIN & LIVINGSTON (1982) em uma região estuarina ao norte da Flórida.

Os resultados encontrados no presente estudo, e estudos recentes da morfologia dos indivíduos capturados no litoral Sudeste-Sul do Brasil (SIMONE 1997; J.A.A. PEREZ & A. MARTINS, dados não publicados), constitui-se em um indício de que mais de uma espécie deste gênero de loliginídeo ocorra na região. Assim, estudos mais aprofundados sobre a biologia, ecologia e morfologia dos indivíduos capturados no Atlântico sudeste são necessários para elucidar o status taxonômico da espécie.

L. sanpaulensis é o único cefalópode cuja distribuição é centrada na costa Sudeste-Sul do Brasil (HAIMOVICI & PEREZ 1991a,b). Os resultados obtidos nas campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul para a *L. sanpaulensis*, embora temporal e espacialmente pontuais, são consistentes com os observados por JUANICÓ (1979) e ANDRIGUETTO FILHO (1989).

Segundo JUANICÓ (1979), *L. sanpaulensis* prefere águas mais frias do que *L. plei*. O autor também trabalhou com algumas amostras de *L. sanpaulensis* oriundas do estuário da Lagoa dos Patos, local com salinidade bastante variável (NIENCHESKI & BAUMGARTEN 1998), demonstrando que a espécie pode ocorrer em águas de baixas salinidades.

Na plataforma continental gaúcha, a espécie é descrita como associada as condições de alta produtividade geradas pela mistura das águas da Corrente do Brasil e da Água Subantártica na Convergência Subtropical (CST), a qual gera a ACAS (EMILSSON 1961), e da mistura da mesma com a Água Costeira gerada pela a descarga do Rio da Prata (ANDRIGUETTO FILHO 1989).

A grande quantidade de indivíduos juvenis de *L. sanpaulensis* capturados nos três verões monitorados (CM médio = 62,6 mm ± 26,4 mm DP) é um indício de que a Enseada do Pântano do Sul possa se constituir uma área de criação da espécie, o mesmo podendo ocorrer em outras regiões costeiras do litoral catarinense.

Loligo plei esteve presente em todas as situações oceanográficas encontradas, o que sugere que *L. plei* possa tolerar uma ampla gama de temperaturas e salinidades. O fato de a espécie ter sido pouco registrada em (a) situações de forte intrusão da Água Costeira, (b) predomínio de Água de Plataforma e (c) predomínio da ACAS em toda a coluna d'água, sugere que a espécie possa ter a tendência a selecionar ativamente áreas mais propícias, *i.e.*, onde há intrusão da ACAS e estratificação da coluna d'água (ver discussão no **Item 7.4.4.**).

Em diversas ocasiões, foram identificadas algumas associações (*associação* = uma assembléia social, HANLON & MESSENGER 1996) entre os três loliginídeos nas campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul durante o período noturno com atração luminosa, principalmente no verão de 1999. Um cardume (*cardume* = grupo de organismos com natação sincronizada, HANLON & MESSENGER 1996) misto de juvenis de *Loligo plei* (45 a 63 mm de CM) e *L. sanpaulensis* (28 a 60 mm de CM) foi identificado e capturado com sarico na noite da primeira campanha de 2001 (06-07 de janeiro de 2001).

Diferentes espécies de lulas ocasionalmente se misturam dentro de uma mesmo cardume, pelo menos por breves períodos. Cardumes mistos de *Sepioteuthis sepioidea* e *Loligo plei* já foram registrados no Panamá, Bahamas e nas Ilhas Cayman (MOYNIHAN & RODANICHE 1982). Também no Caribe, *Lolliguncula brevis* foi reportada ocorrendo

juntamente com *L. plei* e *L. pealei* em torno de atratores luminosos, sendo as três espécies posteriormente capturadas no mesmo arrasto (COHEN 1976; HANLON *et al.* 1983). No Brasil, as três espécies (*L. plei*, *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula brevis*) foram capturadas juntas em estações costeiras (10 a 15 m) com redes de arrasto de fundo em cruzeiros de pesquisa do N/Oc. Prof. W. Besnard no litoral Sudeste-Sul (FAUNEC III e IV, JUANICÓ 1979). Também foram reportadas capturas mistas de *L. sanpaulensis* e *L. plei* pela pesca artesanal em Arraial do Cabo, RJ (COSTA & HAIMOVICI 1990).

As três espécies de loliginídeos co-ocorreram em maior ou menor grau na maioria das campanhas de coleta realizadas nos verões monitorados, e isso pode estar associado a momentos de sobreposição espaço-temporais de condições ambientais preferenciais para uma ou outra espécie.

7.4.4. Ocorrência de *Loligo plei* em Relação às Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul

Correlações entre a abundância de lulas e fatores abióticos são de difícil interpretação, parcialmente por causa da dificuldade de se definir a abundância de um animal com comportamento e padrões de distribuição complexos (COELHO & ROSEMBERG 1984). No entanto, em ambas ACPs geradas, a distribuição das coletas e suas respectivas CPUEs parecem refletir a dinâmica do ambiente nos meses de verão, com importantes episódios de ressurgências induzidas pelo regime de ventos junto à costa. O incremento na produtividade local e a estratificação da coluna d'água produzidos pela intrusão da ACAS parecem ser importantes fatores na ocorrência de *L. plei*.

Apesar da consistência dos padrões acima, importantes variações na CPUE da lula foram observadas nas diferentes campanhas. Considerando-se que as campanhas de coleta foram registros quase discretos do ecossistema da Enseada do Pântano do Sul ao longo dos ciclos ambientais estivais da região, as variações nas CPUEs registradas podem de fato estarem refletindo (a) defasagens temporais na resposta dos indivíduos à estruturação da cadeia trófica induzida pelas ressurgências, ou (b) a dinâmica de chegada e partida de indivíduos nas áreas de pesca da enseada. Ambas possibilidades são reforçadas pela natureza altamente nadadora desses organismos.

Durante o verão, as condições de incremento da produtividade local associada aos pulsos de intrusão da ACAS durante os episódios de ressurgência produziriam condições

ambientais favoráveis para a parcela da população de *L. plei* que se aproxima das regiões costeiras, pois esses animais encontrariam maximizadas as condições de oferta de alimento e de temperatura quando a coluna d'água se encontra estratificada. Sob essa situação as lulas encontrariam condições favoráveis para o crescimento somático (O'DOR et al. 1980; FORSYTHE & VAN HEUKELLEN 1987; O'DOR 1998; PEREZ & O'DOR 1998) e, conseqüentemente, a produção de gametas e a maturação gonadal para o evento reprodutivo iminente. Além desse fator, as mudanças drásticas na temperatura da água causadas pela intrusão de águas frias junto ao fundo (registradas na maioria das campanhas em que a ACAS esteve presente, excetuando-se as ocasiões em que houve total afloramento dessa massa d'água), podem servir de gatilho para a desova, como observado para *L. vulgaris reynaudii* na África do Sul (ROBERTS 1998). Em um monitoramento contínuo através de filmagem e coleta de variáveis ambientais, o autor registrou a formação de uma agregação reprodutiva deste loliginídeo em um evento de ressurgência, com o aumento da deposição de ovos quando águas mais frias (15,5°C) penetraram numa camada de 4 metros desde o fundo.

As condições ambientais que se formam durante o verão na Enseada do Pântano do Sul, e possivelmente em outros locais de entorno da Ilha de Santa Catarina, condizem com o “panorama reprodutivo favorável” proposto por BAKUN & CSIRKE (1998) para as populações de *Illex* spp., por FAURE et al. (2000) para *Octopus vulgaris* na costa da Mauritânia e por MATSUURA (1996) para a sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, na costa brasileira entre o Cabo Frio (RJ) e o Cabo de Santa Marta Grande (SC). Esse panorama reúne (1) processos de enriquecimento (ressurgência), (2) processos de concentração de alimento (estabilização da coluna d'água após os pulsos de intrusão da ACAS) e (3) processos de retenção dentro de um habitat propício, favorecidos pelo próprio embaimento da área de estudo e por frentes de convergência de massas d'água com condições distintas de temperatura e densidade (como por exemplo a AP e a ACAS durante os eventos iniciais e finais de ressurgência) (BAKUN 1996; BAKUN & CSIRKE 1998).

O mecanismo de distribuição das concentrações de *L. plei* no entorno da Ilha de Santa Catarina durante o período estival, que pode representar a “procura” de áreas com ambientes propícios de alimentação e desova, é semelhante aos padrões encontrados para outros loliginídeos em outras partes do mundo.

AUGUSTYN (1991), ROBERTS & SAUER (1994) e ROBERTS (1998) mostraram que a população desovante de *L. vulgaris reynaudii* na costa sudeste da África do Sul está associada à áreas de ressurgência. Nesse mesmo habitat SAUER (1995), encontrou paralarvas da mesma espécie. Similarmente, no entorno das Ilhas Malvinas, local onde ocorre fortes ressurgências costeiras (ANGELESCU & PRENSKY 1987), são registradas densas concentrações de desovantes e a presença de paralarvas de *L. gahi* (PATTERSON 1988; HATIFIELD *et al.* 1990; HATIFIELD 1992; RODHOUSE *et al.* 1992). No sudoeste do Japão, a migração do loliginídeo *Uroteuthis* (sin. *Loligo*) *edulis* em direção à costa foi significativamente associada com a penetração de águas frias sobre a plataforma continental interna, oriundas de ressurgências costeiras (OGAWA & MORIWAHI 1986).

No Brasil, as maiores abundâncias de *L. sanpaulensis* na plataforma continental gaúcha foram associadas as áreas mais produtivas geradas pela convergência subtropical e pela descarga do Rio da Prata (ANDRIGUETTO FILHO 1989; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1991), e aos episódios de ressurgência costeira no litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro (COSTA & FERNANDES 1993). Neste mesmo estado, no município de Arraial do Cabo, existe uma pescaria artesanal direcionada a *L. plei* durante o verão, a exemplo do que ocorre no litoral de Santa Catarina. As maiores capturas estão associadas a episódios de ressurgência, com ventos de quadrante norte (COSTA & HAIMOVICI 1990), semelhantemente ao registrado neste estudo.

Em contraste com as aparentes associações positivas entre a abundância e ressurgência encontrados para *L. plei*, *L. v. reynaudii* e *L. gahi*, Mc INNIS & BROENKOW (1978) encontraram correlações negativas entre a ocorrência de ressurgências e a abundância de *L. opalescens* nas águas da Califórnia.

Pode-se interpretar que o balanço entre o incremento na produção primária e a queda de temperatura nas áreas de ressurgência apresentam diferentes mudanças espaciais e temporais, e afetam as diferentes espécies de lulas de diferentes modos (RASERO 1994). Também deve ser considerado que as lulas podem evitar as áreas de ressurgência em situações em que toda a coluna d'água torna-se fria, como evidenciado no caso de *L. opalescens* na costa sudoeste norte americana (Mc INNIS & BROENKOW 1978), e pelas baixas abundâncias de *L. plei* registradas no presente estudo nas ocasiões em que a ACAS ocupou toda a coluna d'água. Dessa forma, é possível que baixas temperaturas constituam

um limite fisiológico para *L. plei*, considerada uma espécie de águas tropicais (ROPER *et al.* 1984; HAIMOVICI & PEREZ 1991a,b) e que a influência da ressurgência da ACAS sobre as concentrações costeiras da espécie seja indireta dando-se através da cadeia trófica, após o ajuste desta à injeção de nutrientes causada pela ressurgência.

A presença de concentrações estivais de *L. plei* na área de estudo, e as variações anuais desse recurso para a pesca artesanal, parecem estar relacionadas as condições oceanográficas preferencias que se formam durante o verão, com a estratificação da coluna d'água e episódios de ressurgência da ACAS. Essa conclusão é ainda reforçada pelos seguintes fatos: (a) a Enseada do Pântano do Sul constitui uma área onde tradicionalmente a lula é explorada pela pesca artesanal durante o verão (PEREZ 1996; PEREZ *et al.* 1999; MEDEIROS 2001), período em que há a penetração das águas mais produtivas da ACAS e (b) capturas industriais de *L. plei* por arrasteiros de parelhas e arrasteiros duplos (responsáveis por 95% da produção) ocorrerem no litoral norte do Estado de Santa Catarina (São Francisco do Sul) (PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 2001), onde as condições oceanográficas durante o verão, com pulsos de intrusão da ACAS (BORZONE *et al.* 1999; PEZZUTO 2001), são muito semelhantes ao reportado aqui para a Enseada do Pântano do Sul.

7.5. Literatura Citada

- ANDRADE, H.A. 1996. Distribuição, abundância relativa e migração do bonito-listrado, *Katsuwonus pelamis* (Scombridae), em relação a temperatura superficial do mar e a dinâmica oceanográfica na costa Sudeste-Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 138p.
- ANDRIGUETTO FILHO, J. M. 1989. Abundância, distribuição, hábitos alimentares e ciclo reprodutivo de *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda, Myopsida) na plataforma costeira e talude superior do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 115p.

- ANDRIGUETTO FILHO, J. M. & M. HAIMOVICI 1991. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazil. *Scientia Marina*, 55 (4): 611 – 618.
- ANGELESCU, V. & L.B. PRENSKI 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condicionaes ambientales. *Contribución del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero*, n° 561, 205p.
- AUGUSTYN, C.J. 1991. The biomass and ecology of the chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* off the west coast of South Africa. *South African Journal of Zoology*, 26 (4): 164 – 181.
- BAKUN, A. 1996. Patterns in ocean. Ocean processes and marine population dynamics. California Sea Grant, NOAA and Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS Mexico, 323p.
- BAKUN, A. & R.H. PARRISH 1990. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the Brazilian sardine (*Sardinella aurita*). *J. Cons. Inte. Explor. Mer.*, 46: 269 – 283.
- BAKUN, A. & J. CSIRKE 1998. Environmental processes and recruitment variability. In: P.G RODHOUSE; E.G. DAWE & R.K.O'DOR (Eds.). Squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and influences on variability. *FAO Fisheries Technical Paper*, 376: 105 – 120.
- BOLTOVSKOY, E. 1999. South Atlantic Zooplankton. Vol. 1. Backhuys Publishers. 868p.
- BORZONE, C.A.; P.R. PEZZUTO & E. MARONE 1999. Oceanographic characteristics of a multi-specific fishing ground of the central south Brazil bight. *Marine Ecology*, 20 (2): 131–146.

- BOWDEN, H.F. 1983. Physical oceanography of coastal waters. New York, Ellis Horwood Limited.
- CASTELLO, J.P.; M. HAIMOVICI; C. ODEBRECHT & C.M. VOOREN 1997. Relationships and Function of Coastal and Marine Environments: the continental shelf and slope Pages: 171 – 178. *In*: U. SEELIGER; C. ODEBRECHT & J.P. CASTELLO (Eds.) Subtropical Convergence Environments: the Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer, Berlin, 326p.
- CARVALHO, J.L.B; C.A.F. SCHETTINI & T.M. RIBAS 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas Técnicas da FACIMAR*, Vol. 2: 181 – 197.
- CASTRO FILHO, B.M.C. 1990. Estado atual do conhecimento dos processos físicos das águas da plataforma continental sudeste do Brasil. *Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*. ACIESP. 1: 1 – 19.
- CEPSUL/IBAMA 1994. Informe sobre os desembarques controlados de pescado no estado de Santa Catarina, nos anos de 1988 a 1992. Itajaí/SC.
- CEPSUL/IBAMA 1998. Informe da pesca extrativista marinha em Santa Catarina de 1995 a 1996. Itajaí/SC.
- CEPSUL/IBAMA 1999. Informe da pesca extrativista marinha em Santa Catarina em 1997. Itajaí/SC.
- CEPSUL/IBAMA 2000 (não publicado). Desembarques controlados de pescados 1998. Itajaí/SC.
- COELHO, M.L. 1985. Review of influence of oceanographic factors on cephalopod distribution and life cycles. *NAFO Scientific Council Studies* 9: 47 – 57.

- COELHO, M.L. & A.A. ROSENBERG 1984. Causal analysis of some biological data for *Illex illecebrosus* from the Scotian shelf. *NAFO Scientific Council Studies*, n° 7, 61 – 66.
- COHEN, A.C. 1976. The systematics and distribution of *Loligo* (Cephalopoda: Myopsida) in the western Atlantic, with description of two new species. *Malacologia*, 15: 299 – 367.
- COSTA, P.A.S. 1994. Alimentação, ciclo reprodutivo e associação de *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) com a ictiofauna demersal na plataforma costeira de Cabo Frio, RJ. Dissertação de Mestrado, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 80 p.
- COSTA, P.A.S. & M. HAIMOVICI 1990. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura*, 42 (12): 1124 – 1130.
- COSTA, P.A.S. & F.C. FERNANDES 1993. Seasonal and spatial changes of cephalopods caught in the Cabo Frio (Brazil) upwelling ecosystem. *Bulletin of Marine Science*, 52 (2): 751 – 759.
- DAWE, E.G. & J.K.T. BRODZIAK 1998. Chapter 7. Trophic relationships, ecosystem variability and recruitment. *In*: P.G. RODHOUSE; E.G. DAWE & R.K. O'DOR (Eds.). Squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and influences on variability. *FAO Fisheries Technical Paper*, 376: 125 – 156.
- EMILSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico da USP*, 11(2): 101 – 112.

- EVANS, C.R. 1995. A potential environment fisheries production model for banana prawns in Kerema Bay and the Gulf of Papua. *Techn. Doc. Integr. Coastal Fish. Manag. Proj., S. Pac. Comm.*, 12: 335 – 371.
- FAURE, V.; C.A. INEJIH; H. DEMARCQ & P. CURY 2000. The importance of retention process in upwelling areas for recruitment of *Octopus vulgaris*: the example of the Arguin bank (Mauritania). *Fisheries Oceanography*, 9 (4): 343 – 355.
- FERNANDES, L.F.; L. ZEHNDER-ALVES & J.C. BLASSFELD 2001. The recently established diatom *Coscinodiscus wailesii* (Coscinodiscales, Bacillariophyta) in Brazilian waters I: Remarks on morphology and distribution. *Phycological Research*, 49: 89 – 96.
- FORSYTHE, J.W. & W.F. VAN HEUKELEN 1987. Growth. *In*: P.R. BOYLE (Ed.) Cephalopod Life Cycles. Volume II. Comparative Reviews. Academic Press, London, pp. 135 – 156.
- HAIMOVICI, M. & J. M. ANDRIGUETTO FILHO 1986. Cefalópodes costeiros capturados na pesca de arrasto do litoral sul do Brasil. *Arq. Biol. Technol.* 29: 473 – 495.
- HAIMOVICI, M. & J.A.A. PEREZ 1991a. Abundância e distribuição de cefalópodes em cruzeiros de prospecção pesqueira demersal na plataforma externa e talude continental do sul do Brasil. *Atlântica*, 13: 189 – 200.
- HAIMOVICI, M. & J.A.A. PEREZ 1991b. Coastal cephalopod fauna of southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 49 (1 – 2): 221 – 230.
- HALL, H. 2000. The night of love and death. *In*: M. NORMAN. Cephalopods, a world guide. ConchBooks, pp. 133 – 136.

- HANLON, R.T. & J.B. MESSENGER 1996. Cephalopod Behaviour. Cambridge University Press. 232p.
- HANLON, R.T.; R.F. HIXON & W.H. HULET 1983. Survival, growth, and behavior of the loliginid squid, *Loligo plei*, *Loligo pealei* and *Lolliguncula brevis* (Mollusca: Cephalopoda) in a closed sea water systems. *Biological Bulletin*, 165: 637 – 685.
- HANLON, R.T.; S.v. BOLETZKY; T. OKUTANI; G. PEREZ-GANDARAS; P. SANCHES; C. SOUSA-REIS & M. VECCHIONE 1992. Myopsida. Pages: 37 – 53. In: M.J. SWEENEY; C.F.E. ROPER; K.M. MANGOLD, M.R. CLARKE & S.v. BOLETZKY (Eds.). “Larval” and Juveniles Cephalopods: A Manual for Their Identification. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 513. 282p.
- HATFIELD, E.M.C. 1992. Recruitment, demography and growth of the Patagonian squid *Loligo gahi* (d’Orbigny, 1835) in Falkland Island waters. Ph.D. Thesis, Council for National Academic Awards (C.N.A.A.), London.
- HATFIELD, E.M.C.; P.G. RODHOUSE & J. POREBSKI 1990. Demography and distribution of the Patagonian squid *Loligo gahi* d’Orbigny, 1835 during the austral winter. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 46: 306 – 312.
- HERON, A.C. 1972a. Population ecology of colonizing species: the pelagic tunicate *Thalia democratica* I. Individual growth rate and generation time. *Oecologia*, 10: 269 – 293.
- HERON, A.C. 1972b. Population ecology of colonizing species: the pelagic tunicate *Thalia democratica* II. Population growth rate. *Oecologia*, 10: 294 – 312.
- HIXON, R.F. 1984. *Loligo opalescens*. In: P.R. BOYLE (Ed.). Cephalopod Life Cycles. Volume I. Species Accounts. Academic Press, London. pp. 95 – 114.

- IKEDA, Y; L.B. MIRANDA & N.J. ROCK 1971. Observations on stages of upwelling in the region of Cabo Frio (Brazil) as conducted by continuous surface temperature and saline measurements. *Proceedings of the United Nations Panel on the Establishment and Implementation of Research Programmes in Remote Sensing*. Report 14, United Nations, New York, 74 – 97.
- JUANICÓ, M. 1979. Contribuição ao estudo da biologia dos Cephalopoda Loliginidae do Atlântico Sul Ocidental, entre o Rio de Janeiro e Mar del Plata. Tese de Doutorado. USP, São Paulo, 102p.
- KAWAMURA, S. & M. HIRAI 1993. Evaluation of hydrographic conditions on the fluctuations in catches of common squid during period of northward migration in the waters around Sado Island in the Japan Sea. *Japan Sea Bulletin*, 43: 83 – 92.
- LAEVASTU, T. & M.L. HAYES 1981. Fisheries Oceanography and Ecology. Fishing News Books Ltd., London, 201p.
- LIN, C.F. 1992. Atuns e afins: estimativa da quantidade de isca viva utilizada pela pesca atuneira. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos – Pesca, Vol. 6. 80p.
- LIN, Y.M. & C.L. KUO 1993. Relationship between oceanographic and meteorological factors and the mackerel fishing grounds in northeastern water of Taiwan. *Journal of Taiwan Fisheries Research*, 1 (1): 1 – 9.
- LAUGHLIN, R.A. & R.J. LIVINGSTON 1982. Environmental and trophic determinants of the spatial/temporal distribution of the brief squid (*Lolliguncula brevis*) in the Apalachicola estuary (North Florida, USA). *Bulletin of Marine Science*, 32 (2): 489 – 497.

- LIVINGSTON, R.J.; G.J. KOBYLINSKI; F.G. LEWIS III & P.F. SHERIDAN 1976. Long term fluctuation of epibenthic fish and invertebrate population in Apalachicola Bay, Florida. *Fishery Bulletin*, 74: 311 – 321.
- LONGHURST, A.R. & D. PAULY 1987. Circulation of tropical seas and oceans. *In*: A.R. LONGHURST & D. PAULY (eds.). Ecology of tropical oceans. Academic Press Inc., London, pp. 27 – 55.
- MAGLIOCCA, A.; L.B. MIRANDA & S.S. SIGNORINI 1979. Physical and chemical aspects of the upwelling at southwest of Cabo Frio (Lat. 23°S – Long. 42°W). *Boletim do Instituto Oceanográfico da USP*, 261: 11 – 30, São Paulo.
- MANGOLD, K. 1963. Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, 13: 285 pp.
- MASCARENHAS, A.S.; L.B. MIRANDA & N.J. ROCK 1971. A study of the oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. Pages 285 – 308. *In*: J.D. COSTLOW JR (Ed.). Fertility of the sea, Vol. I. Gordon and Breach, New York.
- MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Ciência e Cultura*, 38 (8): 1439 – 1450.
- MATSUURA, Y. 1996. A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella brasiliensis* population during the 1974/75 spawning season. *South African Journal of Marine Science*, 17: 29 – 35.
- Mc INNIS, R.R. & W.W. BROENKOW 1978. Correlations between squid catches and oceanographic conditions in Monterey Bay, California. *In*: C.W. RECKSIEK and H.W. FREY (eds.) Biological, oceanographic and acoustic of the market squid *Loligo opalescens* Berry. *Fisheries Bulletin*, 169: 161 – 170.

- MEDEIROS, R.P. 2001. Estratégias de pesca e usos dos recursos em uma comunidade de pescadores artesanais da praia do Pântano do Sul (Florianópolis, Santa Catarina). Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 112p.
- METZLER, P.M.; P.M. GILBERT; S.A. GAETA & J.M. LUDLAM 1997. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. *Deep Sea Research I*, 44 (3): 636 – 384.
- MORENO, A. & C.S. REIS 1995. Seasonal distribution of loliginid early young stages in the Portuguese continental shelf. *ICES Council Meeting Papers*. 11p.
- MOYNIHAN, M. & A.F. RODANICHE 1982. The behavior and natural history of the Caribbean reef squid *Sepioteuthis sepioidea*, with a consideration of social, signal and defensive patterns for difficult and dangerous environments. *Advances in Ethology*, 25: 1 – 151.
- NESIS, K.N. 1999. Cephalopods. Pages: 707 – 795 In: BOLTOVSKOY, E. (Ed.) South Atlantic Zooplankton. Vol. 1. Backhuys Publishers. 868p.
- NATSUKARI, Y. 1978. Scuba diving observations on the spawning ground of *Doryteuthis kensaki* (Wakiya et Ishikawa, 1921) (Cephalopoda: Loliginidae). *Venus, Japan Journal of Malacology* (Kairuigaku Zasshi), 45(4): 206 – 208.
- NIENCHESKI, L.F. & M.G. BAUMGARTEN 1998. Química ambiental. In: U.C. SEELIGER; C. ODEBRECHT & J.P. CASTELLO (Eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscienza, Rio Grande, 143 – 152.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro, 472p.
- NORMAN, M. 2000. Cephalopods, a world guide. ConchBooks, 319p.

- O'DOR, R.K. 1998. Chapter 11. Squid life-history strategies. *In*: E.G. DAWE; P.G. RODHOUSE & R.K. O'DOR (Eds.). squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and influences on the variability. *FAO Fisheries Technical Paper*, 376: 233 – 254.
- O'DOR, R.K. & M.J. WELLS 1987. Energy and nutrient flow. *In*: P.R. BOYLE (Ed.) Cephalopod Life Cycles. Volume II. Comparative Reviews. Academic Press, London, pp. 109 – 220.
- O'DOR, R.K.; R.D. DURWARD; E. VESSEY & T. AMARATUNGA 1980. Feeding and growth in captive squid, *Illex illecebrosus*, and the influence of food availability on growth in the natural population. *Sel. Pap. Int. Commn. NW Atl. Fish.*, 6: 15 – 21.
- ODUM, E.P. 1983. Ecologia. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 434p.
- OGAWA, Y. & S. MORIWAKI 1986. A possible mechanism of fluctuation of so-called "bottom cold water" on the continental shelf. *Bull. Tohoku. Reg. Fish. Res. Lab. Tohokusuiken Kenpo* n°. 48, pp. 97-114. (em japonês).
- PARSONS, T.R; M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE 1984. Biological oceanographic processes, 3rd edition. Pergamon Press, Oxford.
- PATTERSON, K.R. 1988. Life history of Patagonian squid *Loligo gahi* and growth parameters estimates using least squares fit to linear and von Bertalanffy models. *Marine Ecology Progress Series*, 47: 65 – 74.
- PEREZ, J.A.A. 1996. A pesca de lula (Mollusca: Cephalopoda) em Santa Catarina: histórico e perspectivas. *Anais da 3^a Reunião Especial da SBPC*. Maio de 1996. UFSC, Florianópolis, SC. p. 474 (Resumos).

- PEREZ, J.A.A. & M. HAIMOVICI 1995. Descriptive ecology of two South American eledonids (Cephalopoda: Octopodidae). *Bulletin of Marine Science*, 56 (3): 752 – 766.
- PEREZ, J.A.A. & R.K. O'DOR 1998. The impact of environmental gradients on the early life inshore migration of the short-finned squid *Illex illecebrosus*. In: A.I.L. PYNE; M.R. LIPINSKI; M.R. CLARKE & M.A.C. ROELEVELD (Eds.). Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, 20: 293 – 303.
- PEREZ, J.A.A. & P.R. PEZZUTO 1998. Valuable shellfish species in the by-catch of shrimp fisheries in southern Brazil: spatial and temporal patterns. *Journal of Shellfish Research*, 1 (17): 303 – 309.
- PEREZ, J.A.A.; R.S. MARTINS & J.R. BURATTO 1999. Estrutura e dinâmica da pesca artesanal de lulas (Mollusca: Cephalopoda) em Santa Catarina. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, Olinda, Vol. 2: 954 – 967.
- PEREZ, J.A.A.; D.C. AGUIAR & U.C. OLIVEIRA 2001. Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazilian waters. *Fisheries Research*, 58 (3): 267 – 279.
- PEREZ, J.A.A.; C.A.F. SCHETTINI; J.R. BURATTO & M.J. MACHADO 1997. A pesca de lulas (Mollusca: Cephalopoda) na Ilha do Arvoredo (SC): características e relações ecológicas. *Notas Técnicas da FACIMAR*, Vol.1: 9 – 21.
- PEZZUTO, P.R. 2001. Avaliação de estoque e dinâmica populacional da vieira *Euvola ziczac* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Pectinidae) no sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 245p.

- PIERCE, G.J. 1995. Stock assessment with a thermometer: correlations between sea surface temperature and landings of squid (*Loligo forbesi*) in Scotland. *ICES Committee Meeting Papers and Reports*, C.M. 1995/K: 21, 8p.
- PIERCE, G.J.; J. WANG; J.M. BELLIDO; C.M. WALUDA; J.P. ROBIN; V. DENIS; D. KOTSOUBAS; V. VALAVANIS & P.R. BOYLE 1998. Impact of cephalopods in the food chains and their interaction with the environment. *ICES Committee Meeting Papers and Reports*, C.M. 1998/M: 20, 21p.
- PIRES-VANIN, A.M.S.; C.L.D.B. ROSSI-WONGTSCHOWSKI; A. AIDAR; H.S.L. MESQUITA; L.S.H. SOARES & Y. MATSUURA 1993. Estrutura e função do ecossistema da plataforma continental da região de Ubatuba, São Paulo: síntese dos resultados. *Boletim do Instituto Oceanográfico da USP*, 10: 217 – 231.
- RASERO, M. 1994. Relationships between cephalopod abundance and upwelling: the case of *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Galician waters (NW Spain). *ICES Committee Meeting Papers and Reports*, CM1994/K:20, 3p.
- REGALLA JR, C. & M.A. MONTÚ 1993. Cladóceros marinhos da plataforma continental do Rio Grande do Sul, Brasil. *Nauplius*, Rio Grande, 1: 63 – 79.
- REGALLA JR, C.; C. DE LA ROCHA & M.A. MONTÚ 2001. The influence of Ekman transport on zooplankton biomass variability off southern Brazil. *Journal of Plankton Research*, Vol. 23, 6: 641 – 650.
- ROBERTS, M.J. 1998. The influence of the environment on chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* spawning aggregations: steps towards a quantified model. In: A.I.L. PYNE; M.R. LIPINSKI; M.R. CLARKE & M.A.C. ROELEVELD (Eds.). Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, 20: 267 – 284.

- ROBERTS, M.J. & W.H.H. SAUER 1994. Environment: the key to understanding the South African chokka squid (*Loligo vulgaris reynaudii*) life cycle and fishery? *Antarctic Science* 6 (2): 249 – 258.
- ROCHA, F.; A. GUERRA; R. PREGO & U. PIATKOWSKI 1999. Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). *Journal of Plankton Research*, Vol. 21, 1: 21 – 33.
- RODHOUSE, P.G.; C. SYMON & E.M.C. HATFIELD 1992. Early life cycle of cephalopods in relation to the major oceanographic features of the southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 89: 183 – 195.
- ROPER, C.F.E.; M.J. SWEENEY & C.E. NAUEN 1984. FAO species catalogue. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, 3 (125): 277p.
- SANTOS, R.C. & M. RODRIGUES–RIBEIRO 2000. Demanda de iscas-vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/99: CPUE, composição e distribuição das capturas. *Notas Técnicas da FACIMAR*, Vol.4: 97 – 101.
- SAUER, W.H.H. 1995. South Africa's Tsitsikamma National Park as a protected breeding area for the commercially exploited chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii*. *South African Journal of Marine Science*, 16: 365 – 371.
- SAUER, W.H.H.; W.S. GOSCHEN & A.S. KOORTS 1991. A preliminary investigation of the effect of sea surface temperature fluctuations on squid catches in the inshore areas of Eastern Cape. *South African Journal of Marine Science*, 11, 467 – 473.

- SAUER, W.H.H.; M.J. SMALE & M.R. LIPINSKI 1992. The location of spawning grounds, spawning and schooling behaviour of the squid *Loligo vulgaris reynaudii* (Cephalopoda: Myopsida) off Eastern Cape Coast, South Africa. *Marine Biology*, 114, pp. 97 – 107.
- SIMONE, L.R.L. 1997. Redescription of *Lolliguncula brevis* (Blainville) (Myopsida, Loliginidae) from Southeastern Brazil. *Iheringia Série Zoológica*, n°. 82, pp. 141 – 150.
- SOLANA-SANSORES, R. & E.J.B. ARREGUIN-SANCHES 1993. Seasonal changes of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) abundance in the northeastern Gulf of Mexico related to environmental factors. *Scientia Marina*, 19 (2): 155 – 168.
- SUNYÉ, P.S. & J. SERVAIN 1998. Effects of seasonal variations in meteorology and oceanography on the Brazilian sardine fishery. *Fisheries Oceanography*, 7 (2): 89 – 100.
- YATSU, A.; T. WATANABE; J. MORI; K. NAGASAWA; Y. IASHIDA; T. MEGURO; Y. KAMAEI & Y. SAKURAI 2000. Interannual variability in stock abundance of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean during 1979–1998: impact of driftnet fishing and oceanographic conditions. *Fisheries Oceanography*, 9 (2): 163 – 170.
- VECCHIONE, M. 1988. In-situ observations on a large squid-spawning bed in the Eastern Gulf of Mexico. *Malacologia*, 29 (1): 135 – 141.
- VECCHIONE, M. 1991. Observations on the paralarval ecology of a euryhaline squid, *Lolliguncula brevis* (Cephalopoda: Loliginidae). *Fishery Bulletin*, 89: 515 – 521.
- VOSS, G.L. 1956. A review of the cephalopods of the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science of Gulf of Mexico and the Caribbean*, 6: 85 – 178.

VOSS, G.L. 1983. A review of cephalopod fisheries biology. *In*: C.F.E ROPER, C.C. LU & F.G. HOCHBERG (Eds.). Proceedings of the Workshop on the Biology and Resource Potential of Cephalopods, Melbourne, Australia, 9 – 13 March, 1981, *Memoirs of the National Museum of Victoria*, 44: 229 – 241.

VOSS, G.L. & T.F. BRAKONIECKI 1985. Squid resources of the Gulf of Mexico and Southern Atlantic coast of the United States. *NAFO Scientific Council Studies*, 9: 27 – 37.

Tabela 1. Sumário das saídas de coleta de material biológico e dados ambientais nos três anos de amostragem na localidade de Pântano do Sul (n = número de indivíduos, L.p.: *Loligo plei*, L.s.: *Loligo sanpaulensis*, L.b.: *Lolliguncula cf. brevis*, CTD: perfil de salinidade, temperatura e profundidade, Turb.: Turbidímetro).

Verão 1999								
<i>Permanência</i>			<i>Material biológico</i>			<i>Dados ambientais</i>		
Data	Hora inicial	Hora final	L.p. (n)	L.s. (n)	L.b. (n)	CTD	Turb.	Arrasto Plâncton
14-15/12/98	14:00	15:00	1	193	0	✓	✓	✓
13-14/01/99	15:30	16:30	45	0	71	✓	✓	✓
26-27/01/99	15:30	15:00	9	0	152	✓	✓	✓
10-11/02/99	14:30	16:00	32	19	0	✓	✓	✓
24-25/02/99	16:00	17:00	0	0	0	✓	✓	✓

Verão 2000								
<i>Permanência</i>			<i>Material biológico</i>			<i>Dados ambientais</i>		
Data	Hora inicial	Hora final	L.p. (n)	L.s. (n)	L.b. (n)	CTD	Turb.	Arrasto Plâncton
20-21/01/00	13:45	13:15	158	5	0	✓	✓	✓
09-10/02/00	14:00	10:40	101	17	1	✓	✓	✓
15-16/02/00	13:40	07:30	46	0	0	✓	✓	✓
02-03/03/00	10:00	09:00	25	0	0	✓	-	✓

Verão 2001								
<i>Permanência</i>			<i>Material biológico</i>			<i>Dados ambientais</i>		
Data	Hora inicial	Hora final	L.p. (n)	L.s. (n)	L.b. (n)	CTD	Turb.	Arrasto Plâncton
06-07/01/01	10:00	09:30	33	14	0	✓	-	✓
26/01/01	09:30	13:00	10	0	0	✓	-	✓
02-03/02/01	09:00	10:00	228	0	0	✓	-	✓
02-03/03/01	09:30	04:30	2	16	0	✓	-	-

✓ : dados coletados, - : dados não coletados.

Tabela 2. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 1999. DP = desvio padrão.

Campanha	Salinidade (‰)			Temperatura °C		
	Média ± DP	máximo	mínimo	Média ± DP	máximo	mínimo
14 -15 dez. 1998	34,53 ± 1,01	35,60	33,09	21,45 ± 0,88	22,60	20,20
12 -13 jan. 1999	35,46 ± 0,07	35,74	35,22	24,66 ± 0,45	25,35	23,16
26 -27 jan. 1999	35,33 ± 0,51	35,97	34,05	21,65 ± 1,29	24,65	19,43
10 -11 fev. 1999	35,31 ± 0,08	35,44	35,02	25,26 ± 0,21	25,86	24,89
24 -25 fev. 1999	35,12 ± 0,22	35,55	34,60	25,61 ± 0,53	26,71	23,63
Total 1999	35,15 ± 0,62	35,97	33,09	23,66 ± 1,96	26,71	19,43

Tabela 3. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 2000. Os dados dos dias 10, 15 e 16 de fevereiro de 2000 referem-se apenas aos dados coletados no ponto de pesca. DP = desvio padrão.

Campanha	Salinidade (‰)			Temperatura °C		
	Média ± DP	máximo	mínimo	Média ± DP	máximo	mínimo
20 -21 jan. 2000	35,50 ± 0,30	35,93	34,82	20,57 ± 2,22	26,11	17,09
09-10 fev. 2000	35,46 ± 0,30	35,83	34,74	18,59 ± 2,22	23,38	16,34
15 -16 fev. 2000	33,47 ± 0,61	34,60	32,43	20,45 ± 0,19	21,04	19,94
02 -03 mar. 2000	35,72 ± 0,08	35,86	35,55	17,29 ± 0,42	19,49	16,91
Total 2000	35,34 ± 0,71	35,93	32,43	19,10 ± 2,24	26,11	16,34

Tabela 4. Estatísticas dos valores de salinidade e temperatura na Enseada do Pântano do Sul, verão 2001. Os dados dos dias 03 de fevereiro e 03 de março de 2001 referem-se apenas aos dados coletados no ponto de pesca. DP = desvio padrão.

Campanha	Salinidade (‰)			Temperatura °C		
	Média ± DP	máximo	mínimo	Média ± DP	máximo	mínimo
06 -07 jan. 2001	35,61 ± 0,38	36,21	34,64	21,41 ± 1,68	24,73	18,29
26 jan. 2001	35,67 ± 0,27	36,15	35,04	22,32 ± 1,96	26,05	18,97
02 -03 fev. 2001	35,00 ± 0,49	36,25	34,12	24,28 ± 2,28	27,90	18,32
02 -03 mar. 2001	36,18 ± 0,12	36,26	35,52	17,32 ± 0,61	19,59	16,72
Total 2001	35,49 ± 0,51	36,26	34,12	22,11 ± 2,58	27,90	16,72

Tabela 5. Percentagens dos quadrantes de ventos diariamente medidos na Estação Meteorológica de São José/Florianópolis, nos meses de janeiro a março, nos três verões monitorados.

Verões	Quadrante do vento			
	Norte (N, NE, NW)	Sul (S, SE, SW)	Leste (E)	Oeste (W)
1999	38,0%	55,8%	4,3%	1,9%
2000	48,1%	48,5%	0,4%	3,0%
2001	52,9%	40,8%	2,4%	3,9%

Fonte: CLIMERH/SC.

Tabela 6. Biomassas de plâncton (g.m^{-3}), nos momentos de chegada e saída, nas diferentes frações analisadas, nas estações interna e externa da Enseada do Pântano do Sul nos três verões monitorados (1999, 2000 e 2001). A campanha de 02-03 de março de 2001 foi excluída pois não houveram arrastos de plâncton.

Campanha	Estação	Frações			Taxa dominante por fração (maior/ intermediária/ menor)
		>2000 μm	2000 – 1000 μm	1000 – 300 μm	
14-15 dez. 1998	interna	0,35 – 0,06	0,28 – 0,04	0,05 – 0,09	Sifonóforos physionecta, larvas de crustáceos decápodes/ copépodas calanoida/ <i>Penilia avirostris</i>
	externa	0,73 – 0,13	0,23 – 0,06	0,03 – 0,08	
12-13 jan. 1999	interna	0,09 – 0,03	0,04 – 0,04	0,09 – 0,13	Larvas de crustáceos decápodes/ copépodas calanoida/ <i>P. avirostris</i>
	externa*	0,06	0,04	0,11	
26-27 jan. 1999	interna	0,77 – 0,48	0,61 – 0,37	0,45 – 1,44	<i>Lucifer faxoni</i> , larvas de crustáceos decápodes, salpas/ copépodas calanoida/ <i>Coscinodiscus walesii</i>
	externa	0,14 – 0,56	0,20 – 0,47	0,17 – 1,74	
10-11 fev. 1999	interna	0,45 – 1,50	0,13 – 0,19	0,09 – 0,08	Salpas/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa	1,66 – 0,62	0,24 – 0,16	0,04 – 0,07	
24-25 fev. 1999	interna	0,20 – 0,52	0,09 – 0,15	0,66 – 0,25	Salpas, sifonóforos calicophora, larvas de crustáceos decápodes, <i>L. faxoni</i> / copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa	0,35 – 0,88	0,18 – 0,08	0,68 – 0,10	
20-21 jan. 2000	interna	14,90 – 1,36	0,53 – 0,35	0,27***	Salpas, medusas, sifonóforos physionecta/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa	1,04	0,45	0,47	
09-10 fev. 2000	interna	1,88 – 0,76	0,22 – 0,23	0,62 – 1,00	Salpas, medusas, sifonóforos physionecta, chaetognatas, larvas de crustáceos decápodes/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa	0,42 – 0,57	0,09 – 0,13	0,21 – 1,52	
15-16 fev. 2000	interna**	0,66	0,41	0,88	Salpas/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa**	1,10	0,25	0,71	
02-03 mar. 2000	interna	0,55 – 0,44	0,14 – 0,14	1,12 – 0,87	Salpas, medusas, sifonóforos physionecta, chaetognatas/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa	0,58 – 0,75	0,13 – 0,22	0,35 – 0,56	
06-07 jan. 2001	interna**	0,92	0,62	1,50	Larvas de crustáceos decápodes, medusas/ copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i>
	externa**	0,67	0,22	2,34	
26 jan. 2001	interna**	0,84	0,49	15,22	Larvas de crustáceos decápodes, medusas, chaetognatas, <i>L. faxoni</i> / copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i> , <i>P. avirostris</i>
	externa**	1,45	0,53	7,59	
02-03 fev. 2001	interna**	0,30	0,09	0,26	<i>L. faxoni</i> / copépodas calanoida/ <i>C. walesii</i> , <i>P. avirostris</i>
	externa**	0,27	0,08	0,30	

* arrastos somente no segundo dia, ** arrastos somente no primeiro dia, *** sem amostra do segundo dia

Tabela 7. Número e densidade de paralarvas de Loliginidae coletadas na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. AC: Água Costeira, AP: Água de Plataforma, ACAS: Água Central do Atlântico Sul.

Coleta	Situação oceanográfica	Loliginidae	<i>Loligo plei</i>	Total	Densidade (indivíduos.m ⁻³)
12 -13 dez. 1998	AP	1	0	1	0,03
09 -10 fev. 2000	AP/ACAS	1	0	1	0,03
14 -15 fev. 2000	AP/AC	0	1	1	0,03
02 -03 mar. 2000	ACAS	15	4	19	0,72
06 -07 jan. 2001	AP/ACAS	1	1	2	0,07

Tabela 8. Análise de Componentes Principais empregada para a avaliação da distribuição das campanhas em relação as condições ambientais na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. As variáveis incluídas foram: fração de plâncton maior (MAIOR, >2000 μm), fração de plâncton menor (MENOR, entre 1000 e 300 μm), quadrante do vento (QUADRANT), velocidade do vento, em m.s^{-1} (VELVENT), coeficiente de estratificação (CE) e a temperatura mínima, em $^{\circ}\text{C}$ (TMIN). São mostrados os coeficientes lineares de cada variável extraída pela ACP. Os autovalores e a variância explicada por cada fator são mostrados nas duas últimas linhas.

Componentes	Fatores	
	1	2
MAIOR	0,546	0,378
MENOR	0,720	-0,583
QUADRANT	0,845	0,214
VELVENT	-0,199	0,754
CE	0,031	0,891
TMIN	0,863	0,050
Autovalores	2,324	1,891
Variância explicada (%)	38,7	31,5

Tabela 9. Análise de Componentes Principais empregada para a avaliação da distribuição das campanhas em relação as condições ambientais e a presença de *Loligo plei* na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. As variáveis incluídas foram: CPUE de *L. plei* (em n° de lulas.pescador $^{-1}$.hora $^{-1}$), fração de plâncton maior (MAIOR, >2000 μm), fração de plâncton menor (MENOR, entre 1000 e 300 μm), quadrante do vento (QUADRANT), velocidade do vento, em m.s^{-1} (VELVENT), coeficiente de estratificação (CE) e a temperatura mínima, em $^{\circ}\text{C}$ (TMIN). São mostrados os coeficientes lineares de cada variável extraída pela ACP. Os autovalores e a variância explicada por cada fator são mostrados nas duas últimas linhas.

Componentes	Fatores	
	1	2
CPUE	0,839	-0,102
MAIOR	0,750	-0,319
MENOR	0,580	0,694
QUADRANT	0,767	-0,065
VELVENT	-0,285	0,710
CE	-0,028	0,872
TMIN	-0,794	-0,190
Autovalores	2,908	1,898
Variância explicada (%)	41,5	27,1

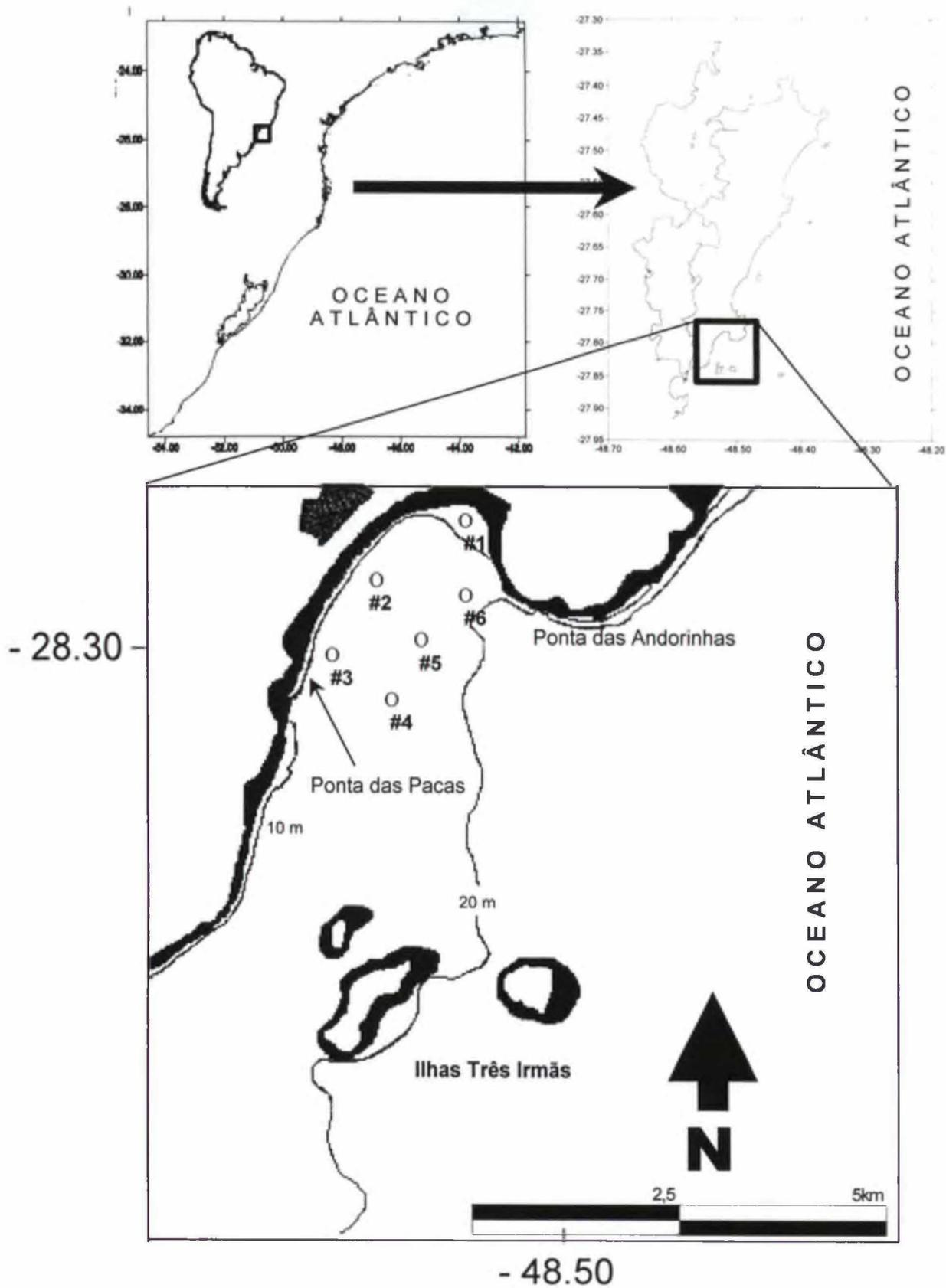


Figura 1. Enseada do Pântano do Sul, incluindo as 6 estações oceanográficas realizadas nas campanhas de coleta nos verões de 1999, 2000 e 2001.

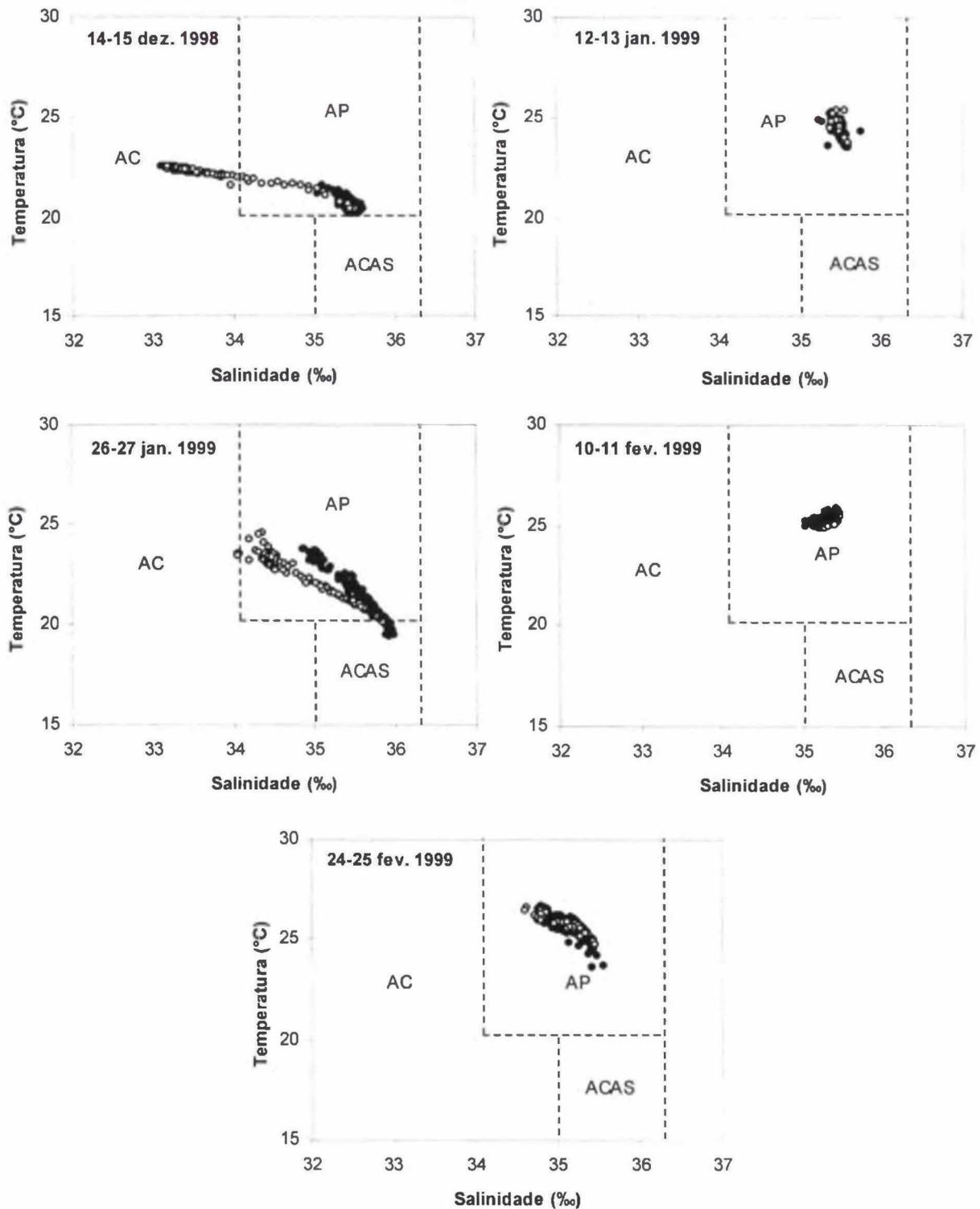


Figura 2. Diagramas TS das campanhas de coleta na Ensenada do Pântano do Sul no verão de 1999. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.

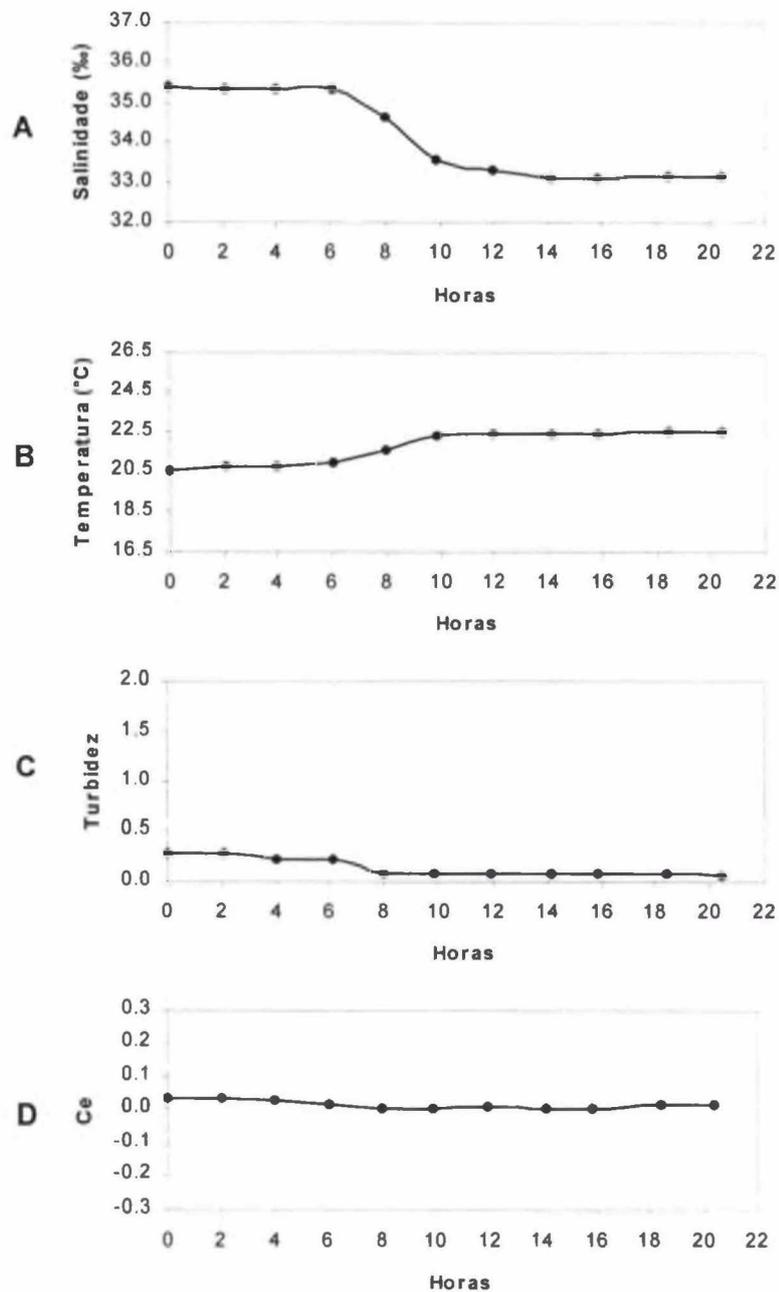


Figura 3. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 14 e 15 de dezembro de 1998. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 17:20 horas do dia 14 de dezembro de 1998.

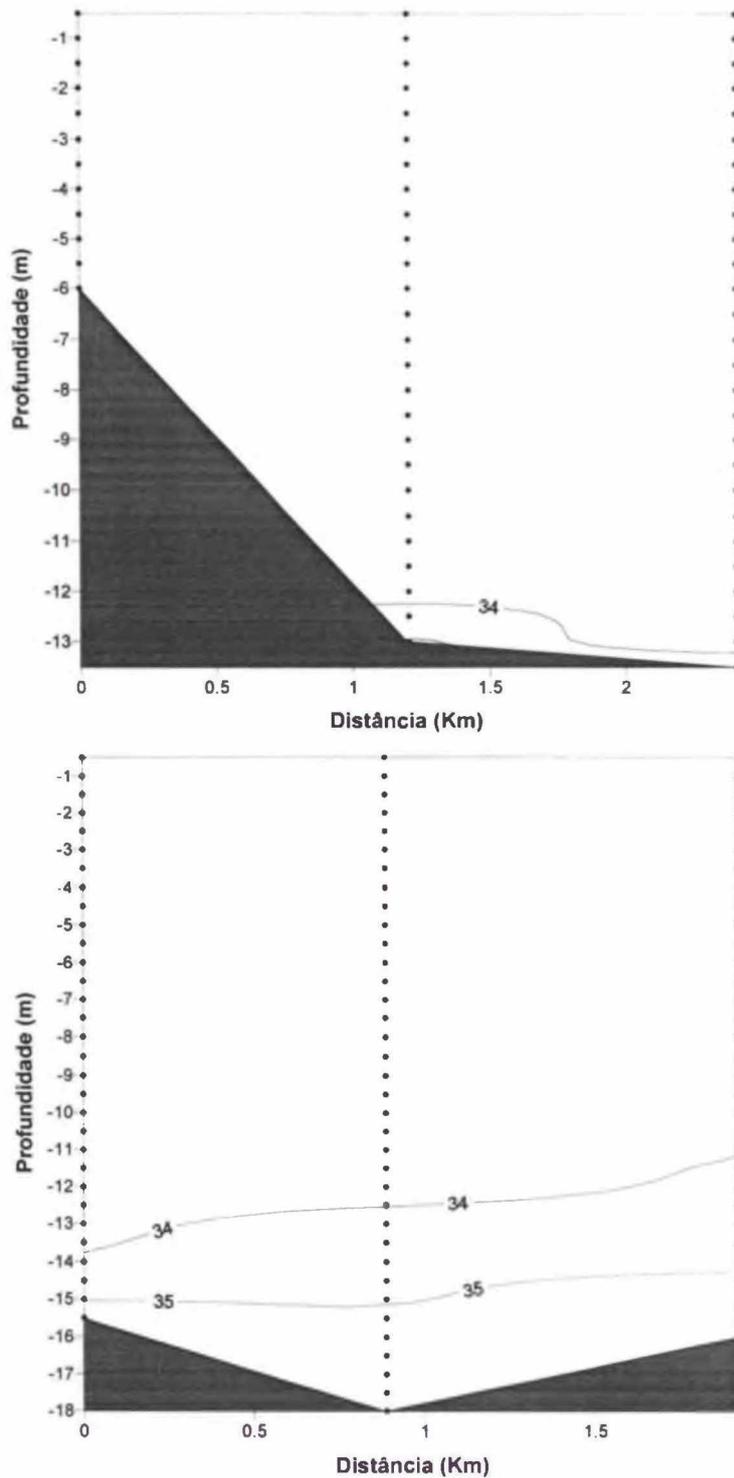


Figura 4. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 15 de dezembro de 1998: (A) perfil interno (entre 6 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 18 m).

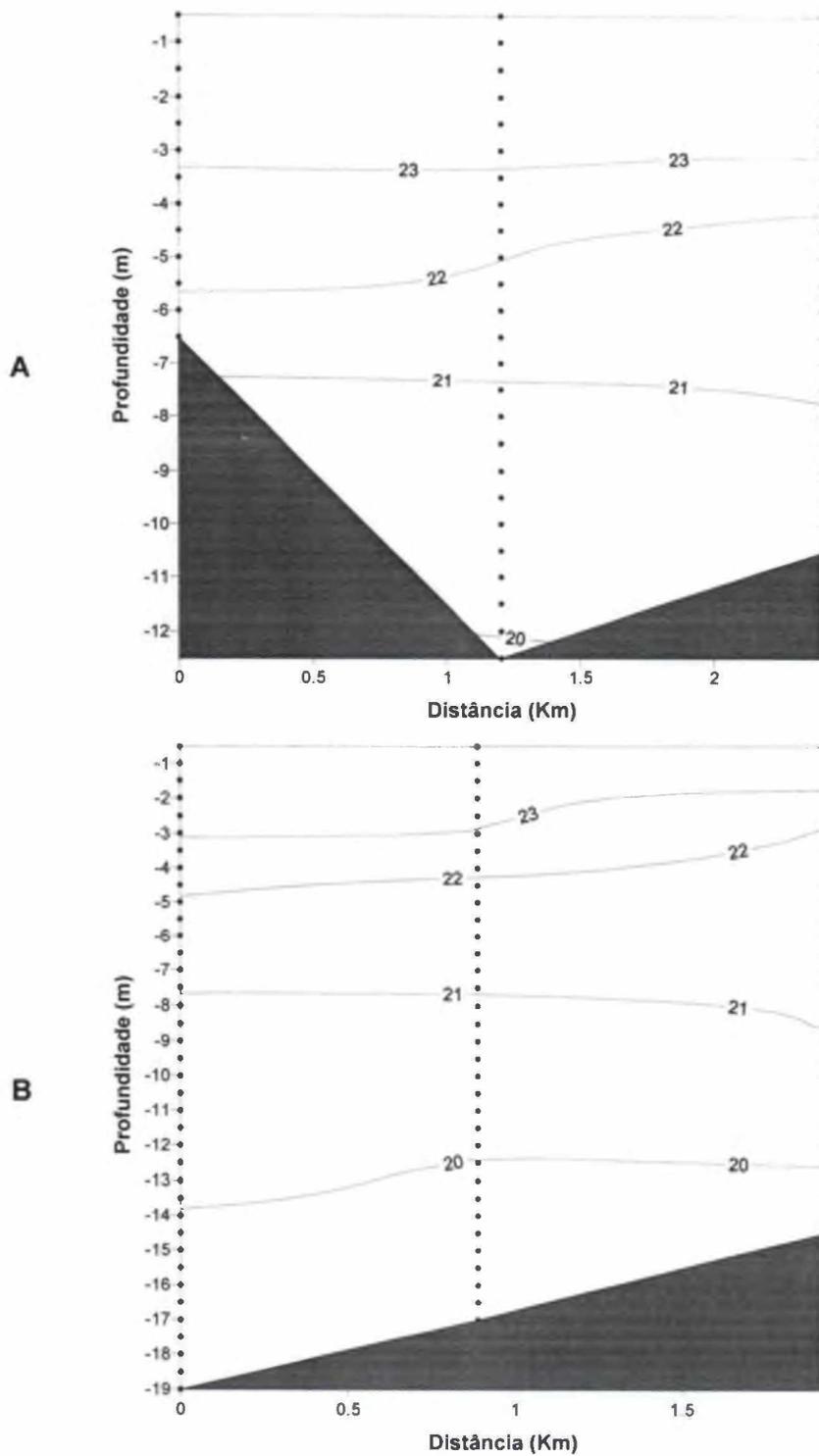


Figura 5. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 19 m).

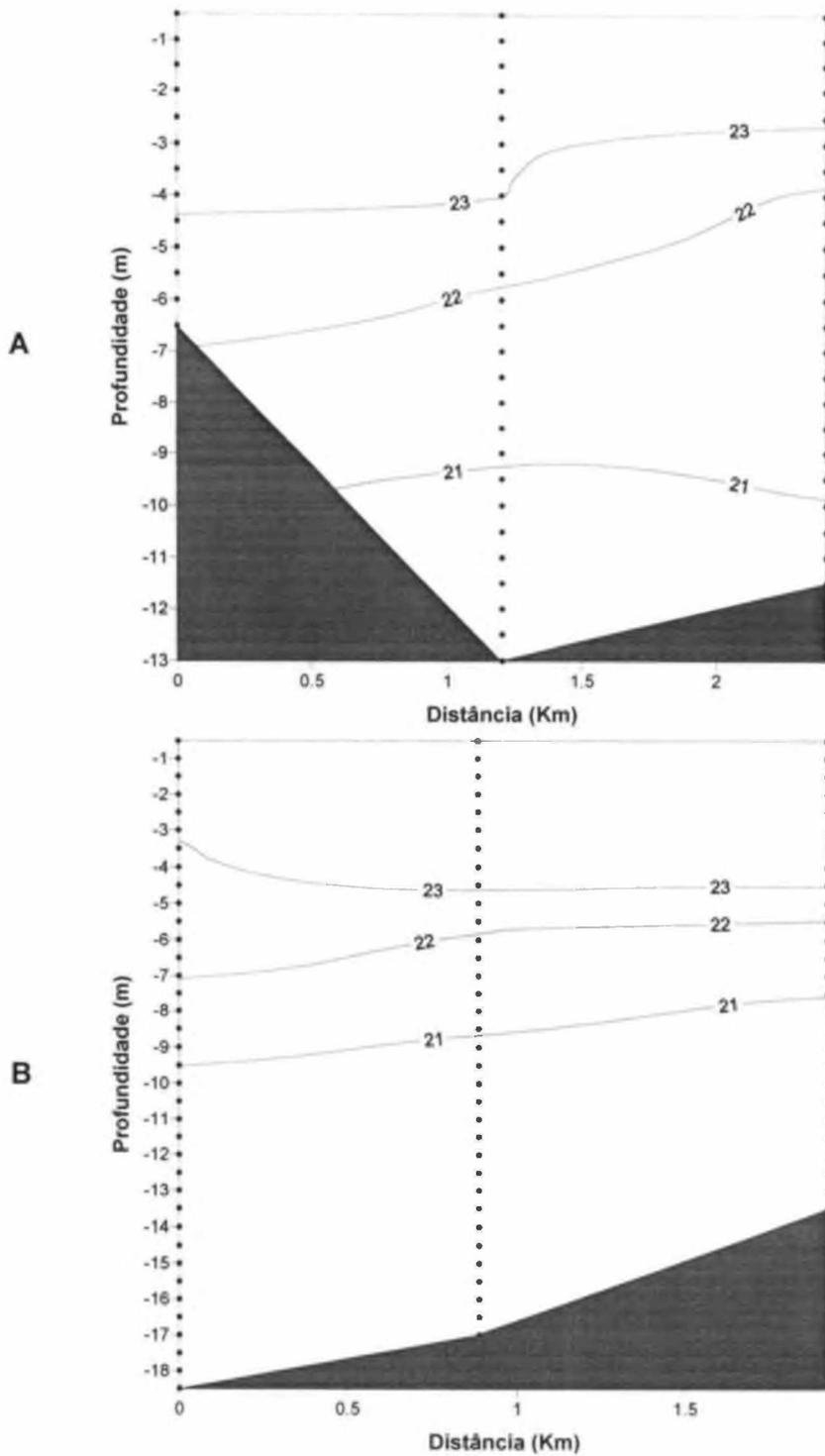


Figura 6. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 27 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).

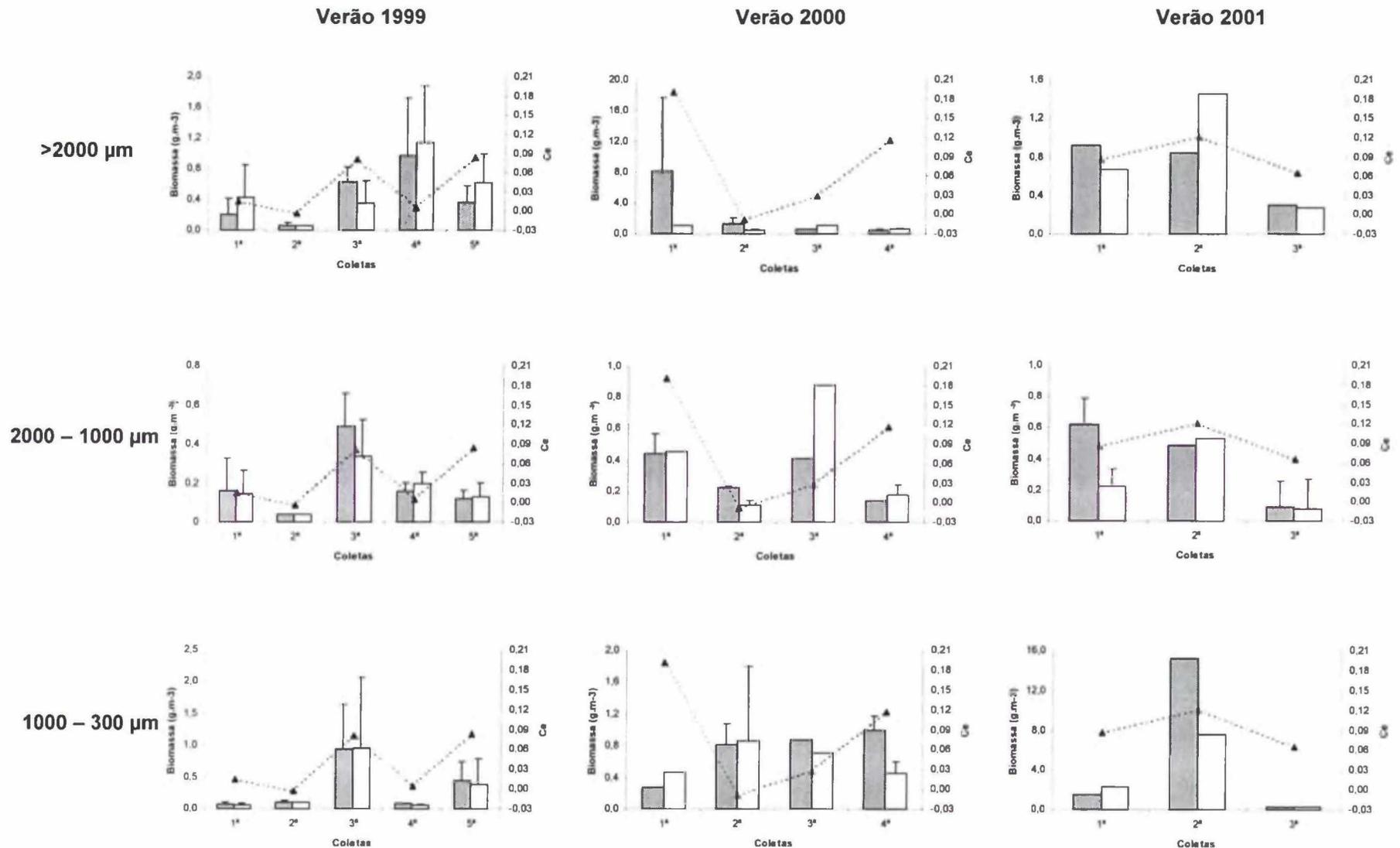


Figura 7: Biomassas médias de plâncton nas campanhas de coleta realizadas na Enseada do Pântano do Sul por frações (> 2000 μm, entre 2000 e 1000 μm e entre 1000 e 300 μm) nos verões de 1999, 2000 e 2001. As colunas cinzas e brancas correspondem as estações interna e externa, respectivamente. As barras acima das colunas representam um desvio padrão. As linhas tracejadas correspondem ao coeficiente de estratificação médio registrado em cada campanha.

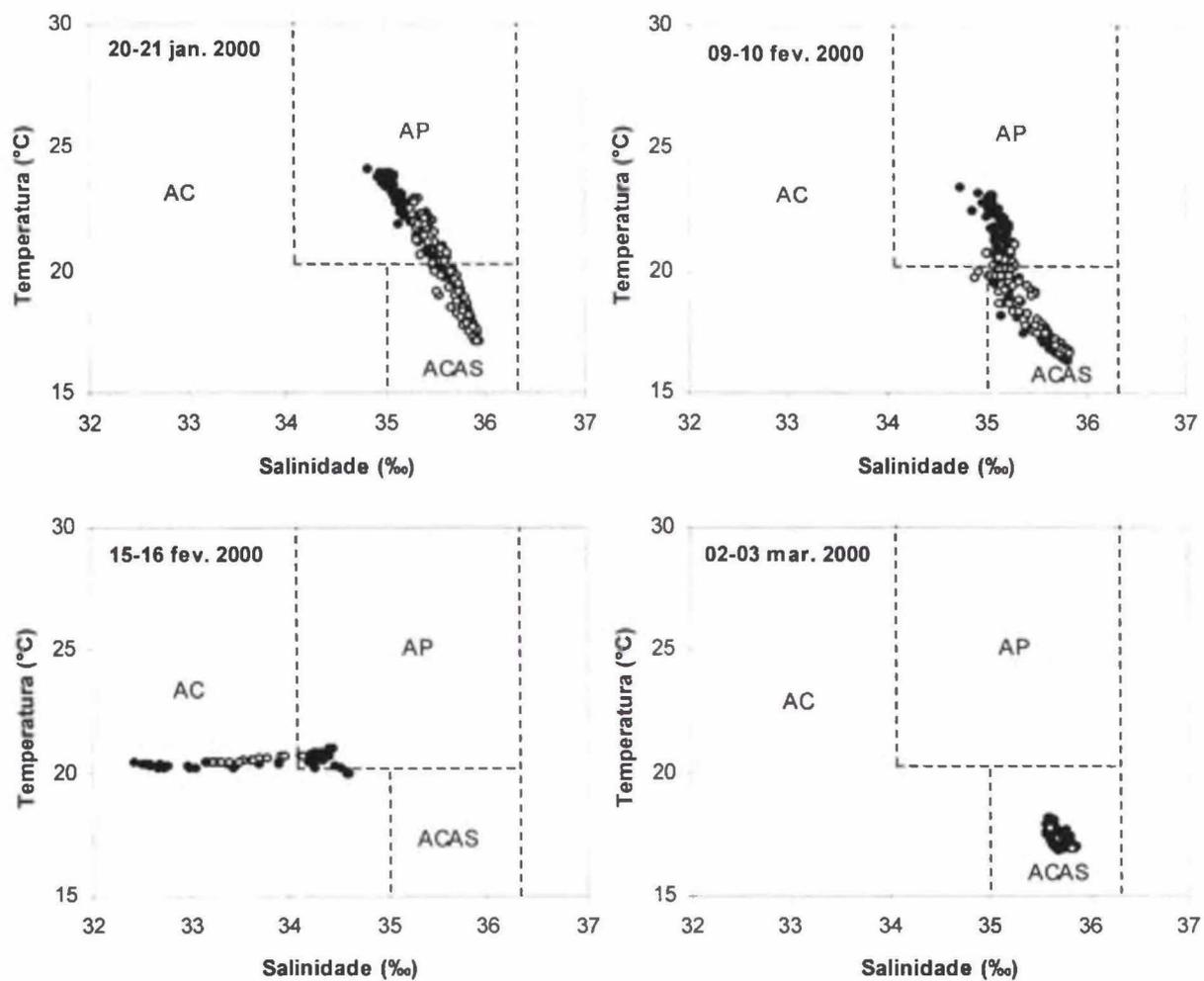


Figura 8. Diagramas TS das campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul no verão de 2000. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.

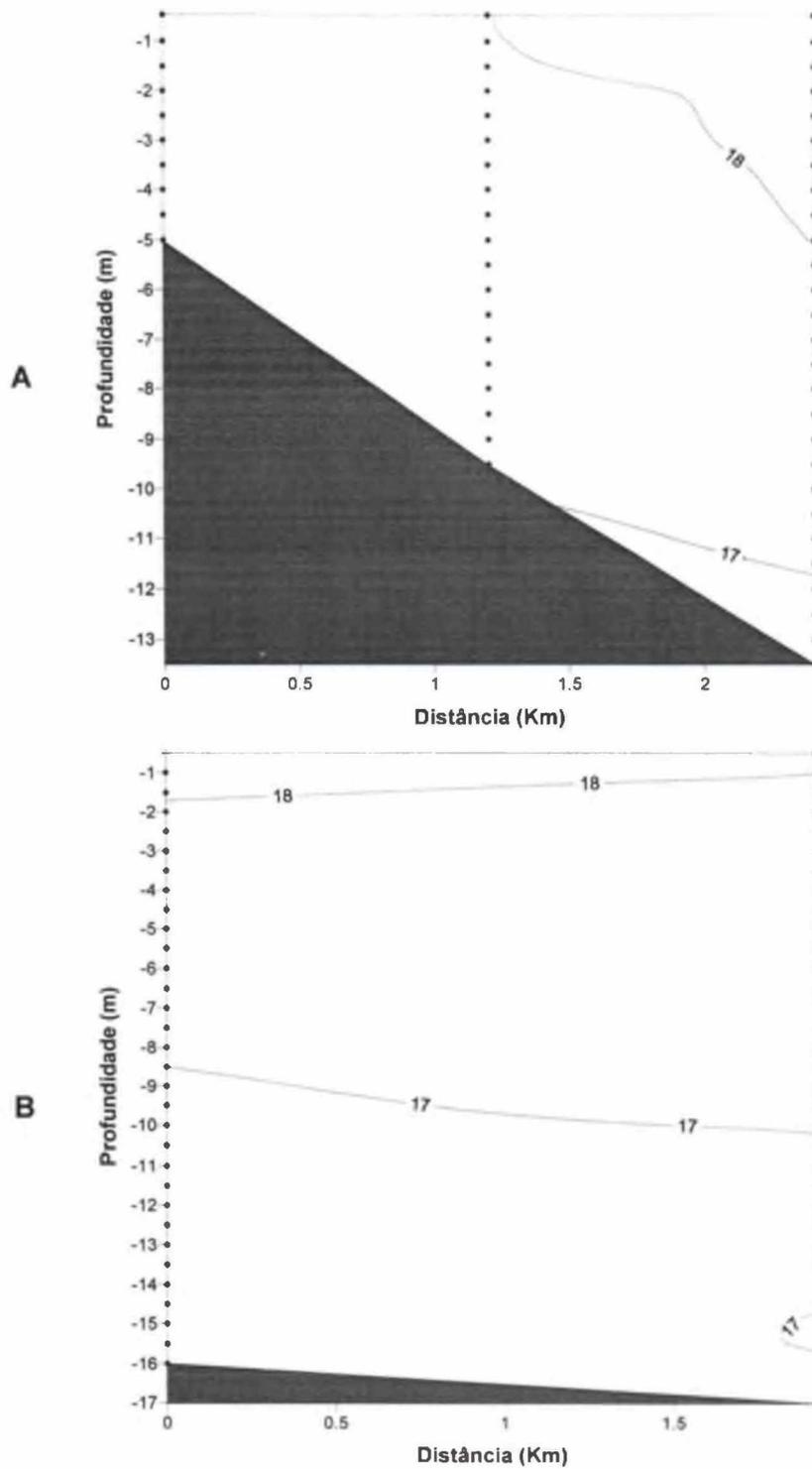


Figura 9. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 16 e 17 m).

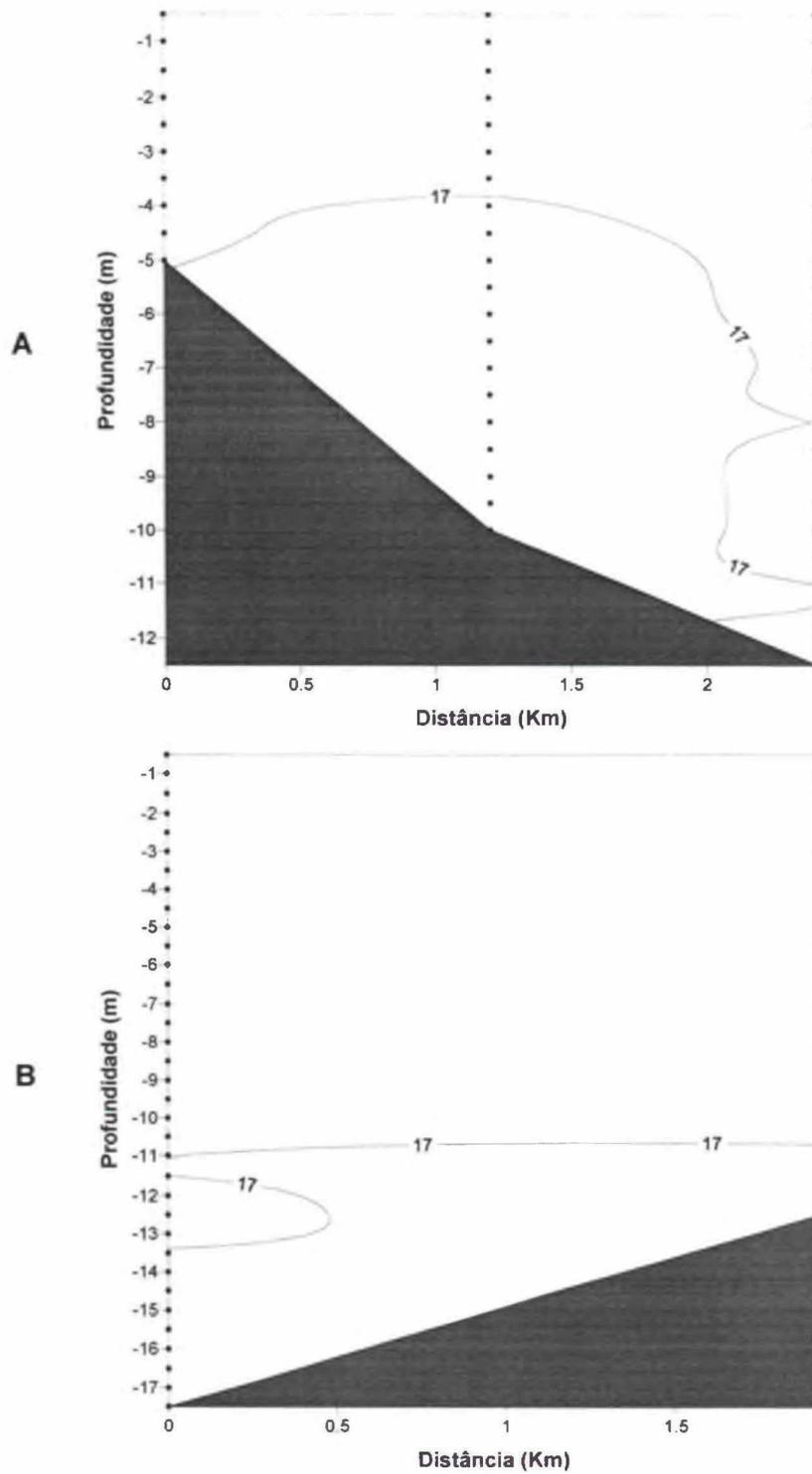


Figura 10. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 03 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 12,5 e 17,5 m).

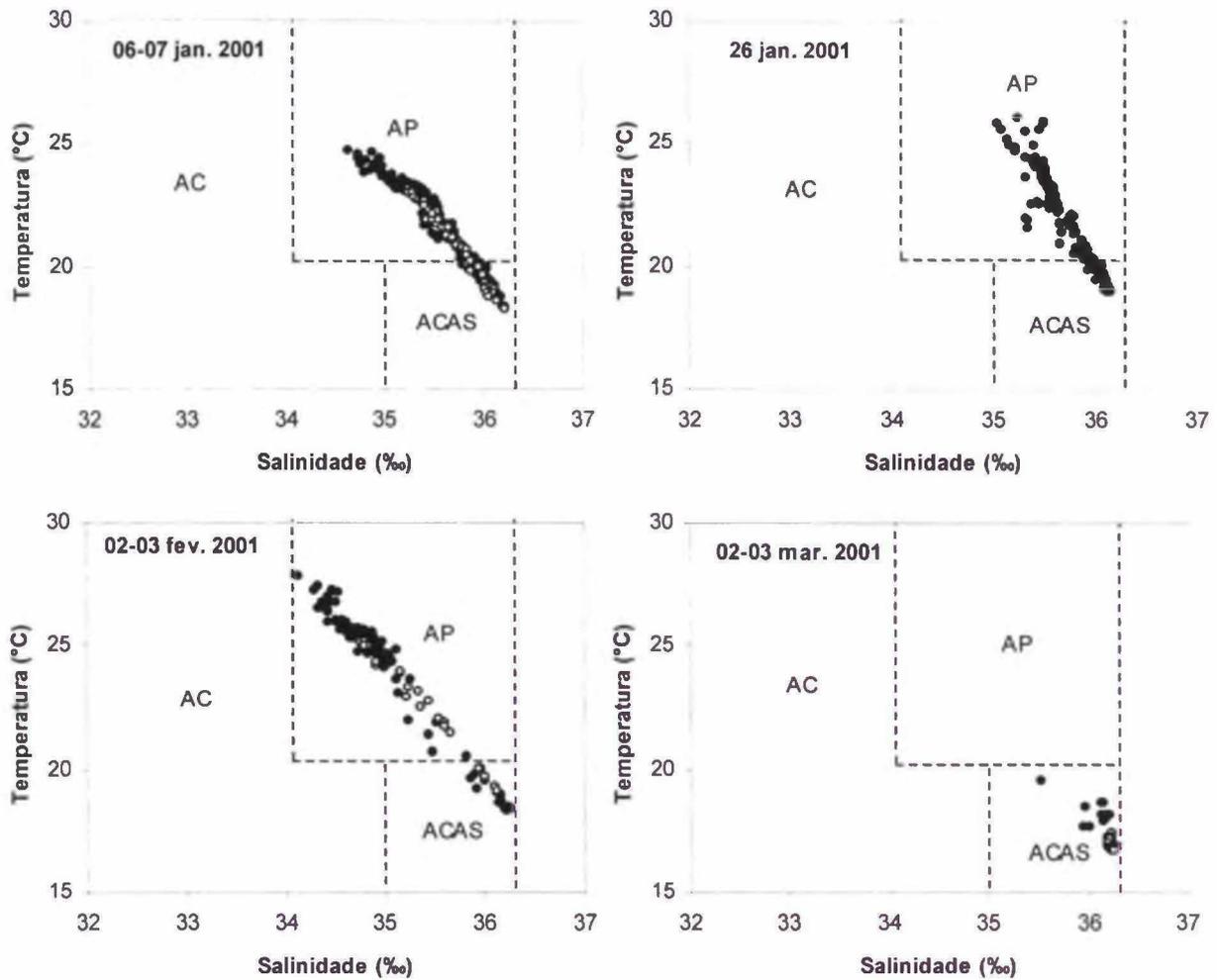


Figura 11. Diagramas TS das campanhas de coleta na Enseada do Pântano do Sul no verão de 2001. Pontos negros correspondem ao primeiro dia de coleta. Pontos vazados correspondem ao segundo dia de coleta. AC = Água Costeira, AP = Água de Plataforma, ACAS = Água Central do Atlântico Sul.

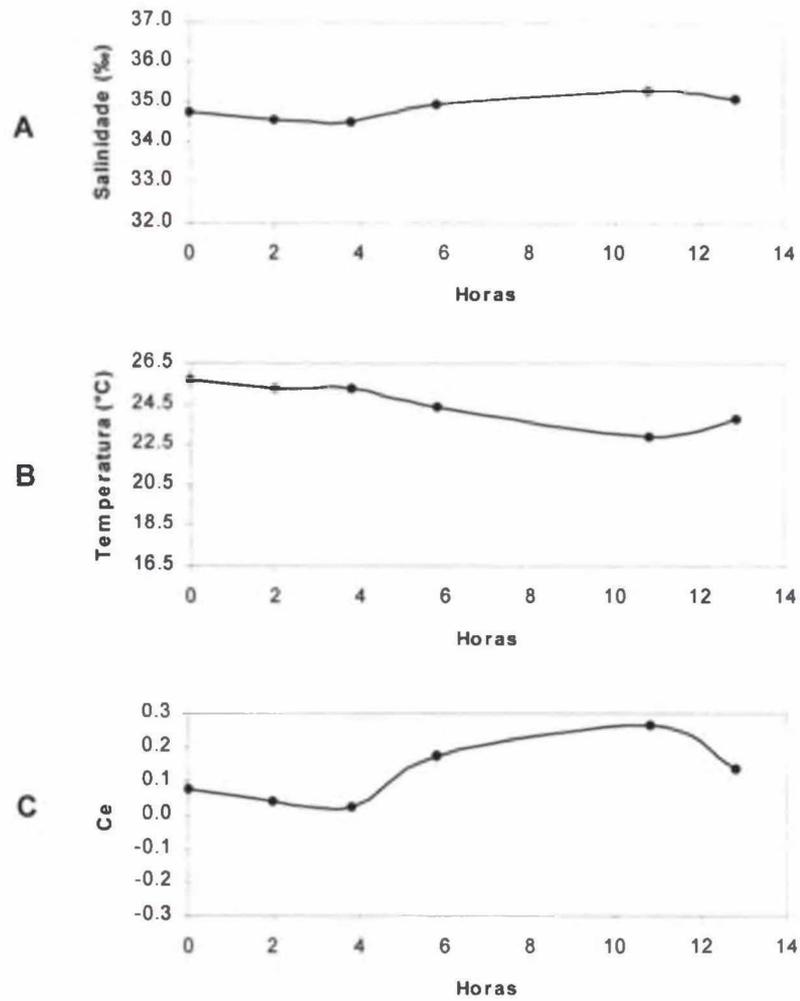


Figura 12. Variação temporal (A) da salinidade (‰) e (B) temperatura (°C) médias no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 02 e 03 de fevereiro de 2001. Hora 0 = 14:29 horas do dia 02 de fevereiro de 2001.

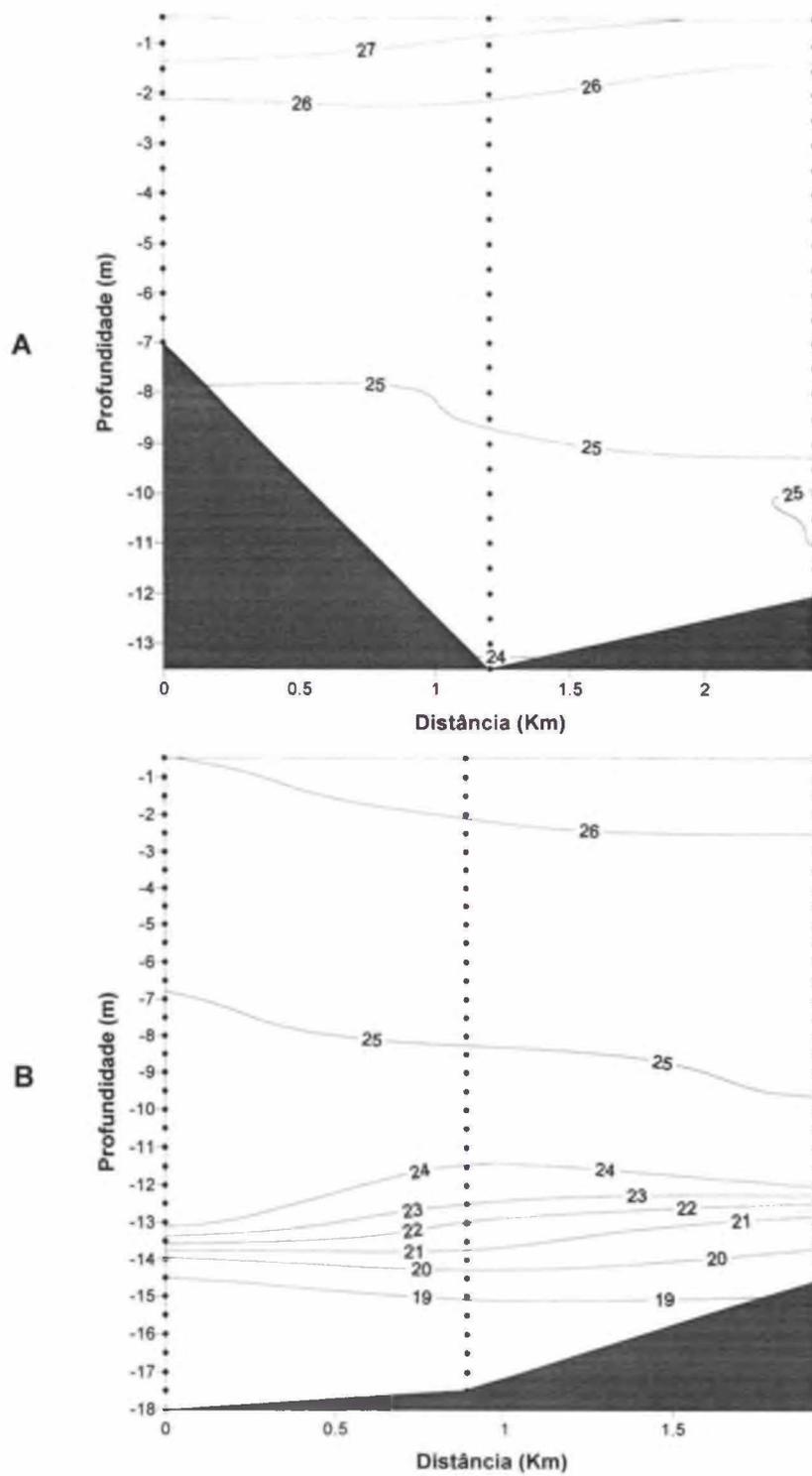


Figura 13. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de fevereiro de 2001: (A) perfil interno (entre 7 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18 m).

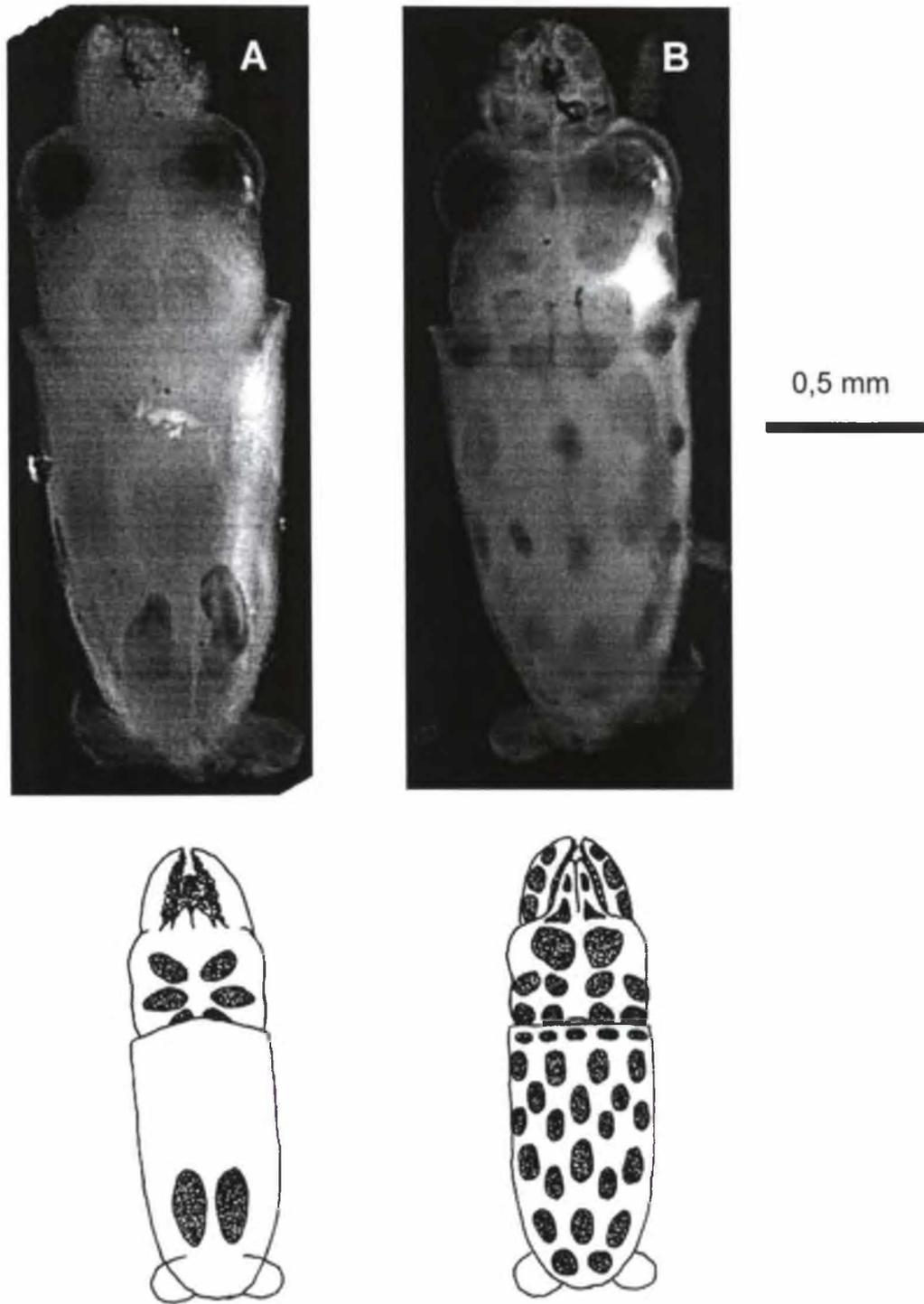


Figura 13. Paralarva de *Loligo plei* coletada na enseada do Pântano do Sul no verão de 2000. A) Vista dorsal, B) Vista ventral. Comparar os padrões de cromatóforos com os desenhos esquemáticos de HANLON *et al.* (1999).

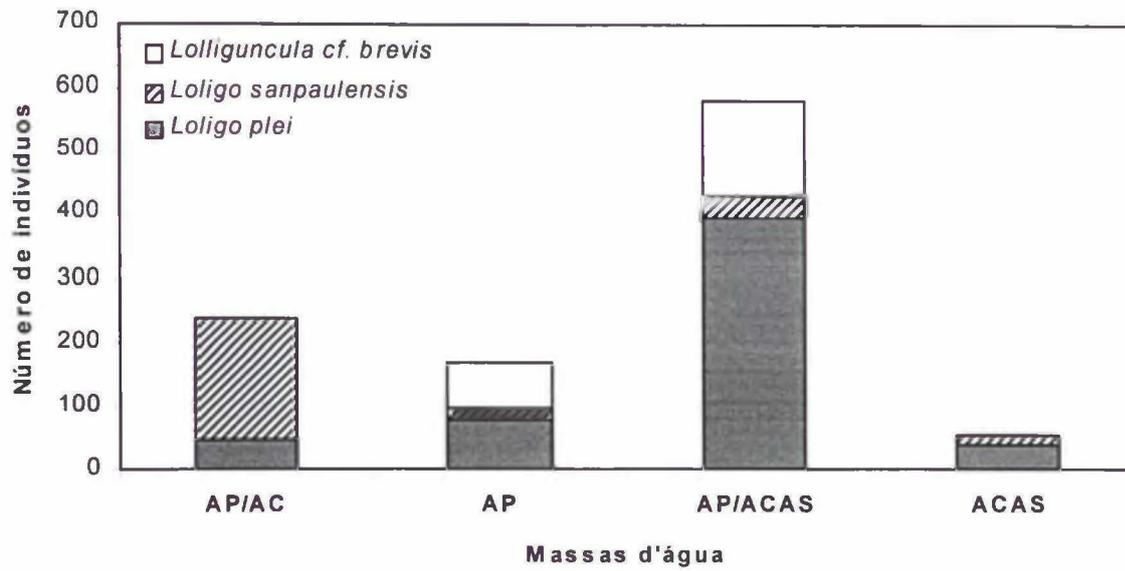


Figura 15. Distribuição dos loliginídeos em relação às diferentes situações oceanográficas na Enseada do Pântano do Sul durante os verões de 1999, 2000 e 2001.

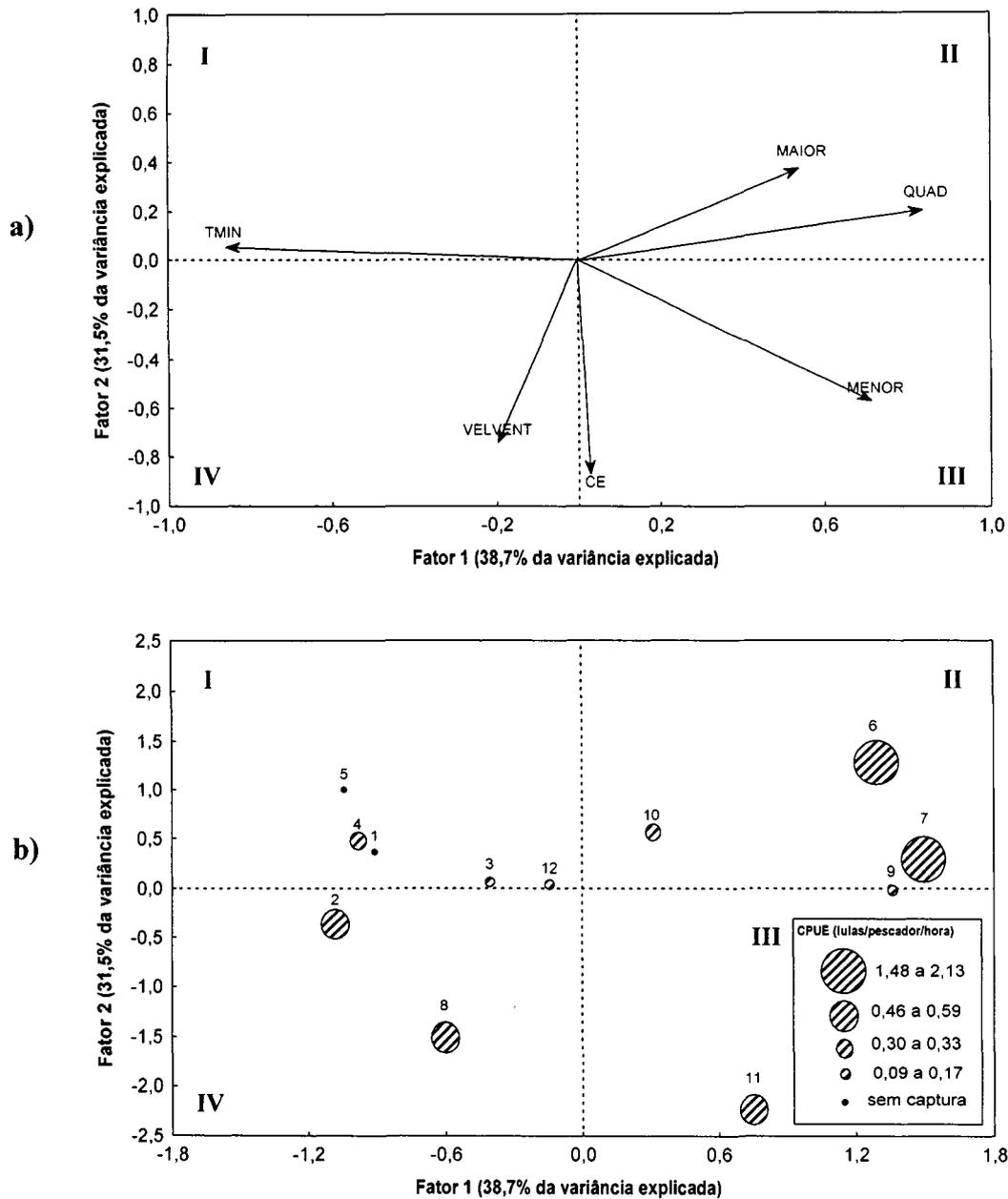


Figura 16. Representação espacial de (a) variáveis ambientais e (b) campanhas de coleta extraída pelos primeiros dois eixos fatoriais obtidos à partir da Análise de Componentes Principais aplicada a matriz de dados ambientais amostrados na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001 (para detalhes sobre as variáveis ambientais utilizadas, ver texto). Fator 1 (eixo horizontal) explicando 38,7% da variância e Fator 2 (eixo vertical) explicando 31,5% da variância extraídos pela Análise de Componentes Principais. Os círculos representam as diferentes CPUEs de *Loligo plei* obtidas em cada campanha de coleta. Os números representam as datas de coleta. 1 = 14-15 dez. 1998; 2 = 13-14 jan. 1999; 3 = 26-27 jan. 1999; 4 = 11-12 fev. 1999; 5 = 24-25 fev. 1999; 6 = 20-21 jan. 2000; 7 = 09-10 fev. 2000; 8 = 15-16 fev. 2000; 9 = 02-03 mar. 2000; 10 = 06-07 jan. 2001; 11 = 26 jan. 2001; 12 = 02-03 fev. 2001; 13 = 02-03 mar. 2001.

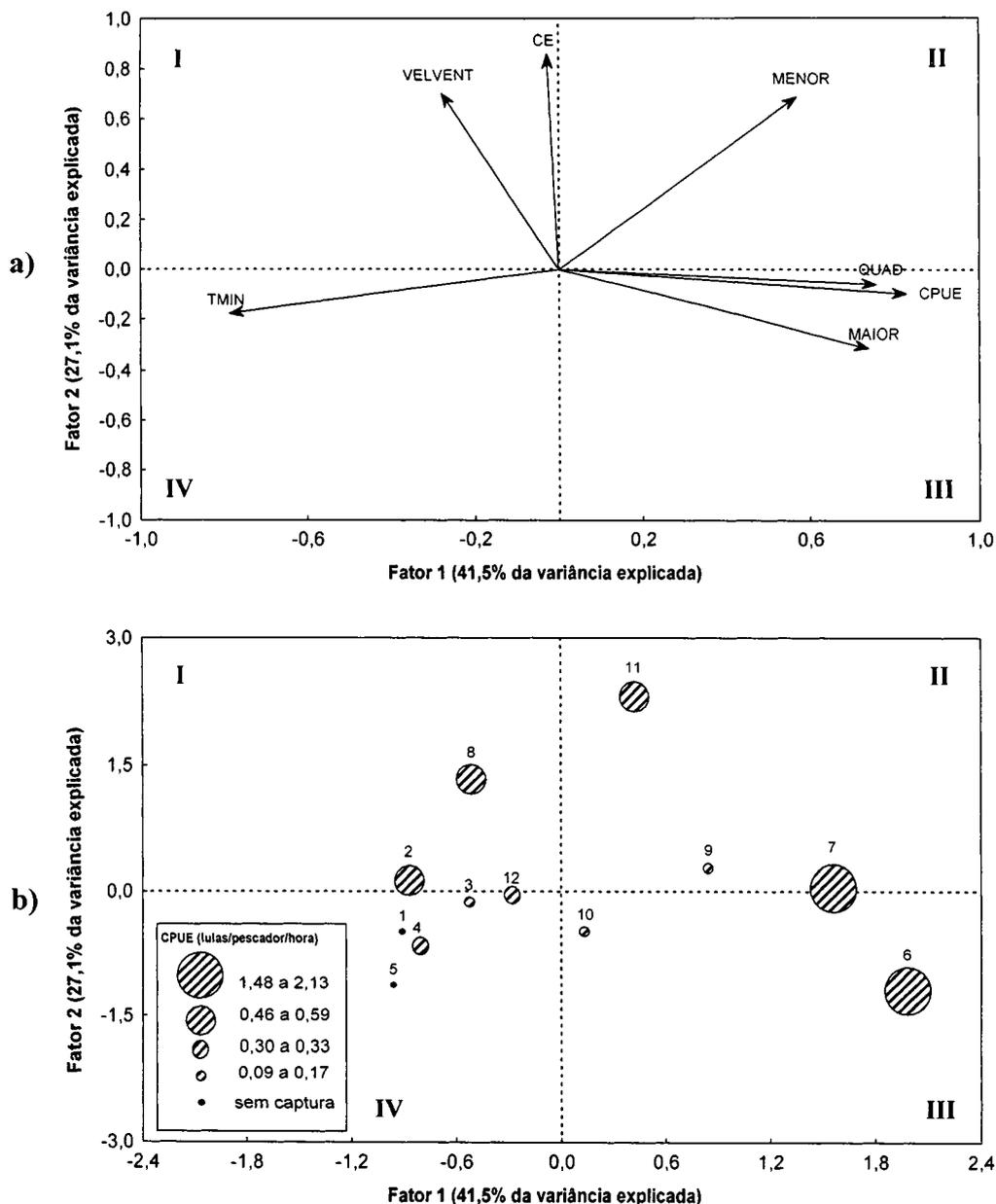


Figura 17. Representação espacial de (a) variáveis ambientais e (b) campanhas de coleta extraída pelos primeiros dois eixos fatoriais obtidos à partir da Análise de Componentes Principais aplicada a matriz de dados ambientais e a CPUE de *Loligo plei* amostrados na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001 (para detalhes sobre as variáveis ambientais utilizadas, ver texto). Fator 1 (eixo horizontal) explicando 38,7% da variância e Fator 2 (eixo vertical) explicando 31,5% da variância extraídos pela Análise de Componentes Principais. Os círculos representam as diferentes CPUEs de *L. plei* obtidas em cada campanha de coleta. Os números representam as datas de coleta. 1 = 14-15 dez. 1998; 2 = 13-14 jan. 1999; 3 = 26-27 jan. 1999; 4 = 11-12 fev. 1999; 5 = 24-25 fev. 1999; 6 = 20-21 jan. 2000; 7 = 09-10 fev. 2000; 8 = 15-16 fev. 2000; 9 = 02-03 mar. 2000; 10 = 06-07 jan. 2001; 11 = 26 jan. 2001; 12 = 02-03 fev. 2001; 13 = 02-03 mar. 2001.

8. Capítulo II – Relações tróficas dos Cephalopoda Loliginidae no entorno da Ilha de Santa Catarina

8.1. Introdução

Os cefalópodes, em especial as lulas, desempenham um papel importante nas relações tróficas dos ecossistemas marinhos, tanto por tratarem-se de predadores ativos e eficientes de uma grande diversidade de animais, como por fazerem parte da dieta de várias espécies marinhas, especialmente no ambiente oceânico, onde a disponibilidade de recursos é menor, quando comparada a áreas produtivas de plataforma (CLARKE 1962, 1987, 1996; VOSS 1973; AMARATUNGA 1983; MANGOLD 1983).

Devido ao hábito demersal diurno e a dispersão na coluna d'água durante a noite, são consideradas um elo de transferência energética fundamental entre as cadeias tróficas bentônicas e pelágicas (CADDY 1983). São organismos com uma elevada taxa metabólica e desempenham um importante papel na transferência de energia para níveis tróficos superiores (NIXON 1987; O'DOR & WELLS 1987; RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996).

Lulas da família Loliginidae habitam áreas costeiras e de plataforma continental onde sustentam pescarias de importância local (GUERRA & GANDARAS 1983; BOYLE & PIERCE 1994; GUERRA *et al.* 1994; ROBERTS *et al.* 1998). Sua presença nas áreas mais costeiras representa a procura de ambientes mais estáveis (em termos de produtividade), estando isso relacionado com a própria estratégia das espécies dessa família de uma forma geral (O'DOR 1998).

No Brasil, duas espécies da família Loliginidae (*Loligo plei* e *L. sanpaulensis*) ocorrem com relativa abundância, e possuem importância pesqueira localizada na costa Sudeste-Sul. *L. plei* é capturado tanto artesanal quanto industrialmente ao longo da costa entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina (COSTA & HAIMOVICI 1990; PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 1999; PEREZ *et al.* 2001; PEREZ no prelo), enquanto que *L. sanpaulensis* constitui fauna acompanhante tanto da pesca industrial quanto artesanal na mesma região (COSTA & HAIMOVICI 1990; PEREZ & PEZZUTO 1998).

Em Santa Catarina, loliginídeos têm estado presentes nas capturas incidentais das frotas de barcos arrasteiros industriais e são desembarcados nos portos de Itajaí e

Navegantes ao longo de todo o ano. Essas capturas oscilaram, entre 1988 e 1997, de 144 a 890 toneladas (PEREZ no prelo) sendo que a maior parte desse rendimento tem sido sustentado por densas concentrações de *L. plei* que ocorrem sobre o norte da plataforma continental catarinense durante meses de verão (PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 2001; PEREZ no prelo). Abundantes e rentáveis, as capturas estivais de lula têm também sustentado uma pescaria sazonal dirigida por embarcações camaroneiras e, mais recentemente, arrasteiros de parelha cujas tradicionais espécies-alvo (peixes de fundo) são pouco abundantes durante o verão (PEREZ 1996; KOTAS 1998; PEREZ & PEZZUTO 1998; PEREZ *et al.* 2001; PEREZ no prelo).

Junto à costa, e principalmente em torno de ilhas costeiras, *L. plei* também tem sido o alvo de capturas artesanais, adquirindo importância social e econômica locais nos meses de verão (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999; PEREZ no prelo). De origem pouco conhecida, a pesca artesanal da lula no litoral catarinense possui uma importância cultural muito grande nas comunidades de pescadores com herança açoriana, principalmente no sul da Ilha de Santa Catarina (MEDEIROS 2001).

Desembarques artesanais de *L. plei* em Santa Catarina, embora normalmente inferiores à 13% dos desembarques industriais (PEREZ no prelo), são comparáveis à outras pescarias tradicionais de loliginídeos conhecidas como a de *L. forbesii* no Arquipélago de Açores (PORTEIRO 1994), na Galícia, Espanha (GUERRA *et al.* 1994) e no norte de Portugal (CUNHA & MORENO 1994) e de outros loliginídeos no Japão, Malásia e outras áreas do Pacífico oeste (OKUTANI *et al.* 1993; IBRAHIM *et al.* 1995).

A despeito da importância comercial e cultural da pesca da lula (*L. plei*) no estado de Santa Catarina, não se conhecem as causas naturais de concentração desses animais junto à costa. Dentre as hipóteses levantadas na literatura (PEREZ *et al.* 1997; PEREZ *et al.* 1999; *vide Capítulo I*), acredita-se que a concentração de crustáceos planctônicos e pequenos peixes pelágicos em áreas com regimes oceanográficos preferenciais, mais produtivas, que se formam em função do regime de ventos nos meses de verão, seja uma das causas das concentrações (*vide Capítulo I*). Dotadas de grande mobilidade, as lulas teriam condições de explorar vastas porções do litoral em busca dessas áreas onde se concentrariam e tornar-se-iam disponíveis à pesca artesanal, ainda que por breves períodos de tempo (PEREZ *et al.* 1999).

Embora *L. sanpaulensis* represente um recurso pesqueiro potencial no sul do Brasil (ANDRIGUETTO FILHO 1989), seus desembarques em Santa Catarina são sempre inferiores aos da espécie congênica *L. plei* (PEREZ & PEZZUTO 1998), o que possivelmente se deva a falta de uma tecnologia adequada para a exploração da espécie, bem como o fato de não formarem densas concentrações (ANDRIGUETTO FILHO 1989; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1991; SANTOS & HAIMOVICI 1998). No entanto, *L. sanpaulensis* é considerada a espécie de lula mais importante nas cadeias tróficas da plataforma continental gaúcha, onde serve de presa para duas espécies de cetáceos (*Pontoporia blainvillei*, *Delphinus delphis*), três pinípedes (*Arctocephalus australis*, *A. gazzella* e *A. tropicails*), o pingüim de magalhães (*Spheniscus magellanicus*), uma espécie de cação demersal de pequeno porte (*Mustelus canis*) e 23 espécies de peixes ósseos, demersais e bentônicos (SANTOS & HAIMOVICI 1998), sendo também associada a influência física e biológica da convergência subtropical (SANTOS 2000). Na região de Cabo Frio (RJ), *L. sanpaulensis* foi a espécie de lula mais abundante em cruzeiros de prospecção demersal feitos entre 1986 e 1988, sendo suas maiores abundâncias associadas aos episódios de ressurgência costeira da ACAS na região (COSTA 1994). Dada sua importância ecológica, a biologia da espécie na costa Sudeste-Sul brasileira é relativamente bem conhecida (e.g. JUANICÓ 1979; ANDRIGUETTO FILHO 1989; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1991, 1996, 1997; COSTA & FERNANDES 1993; COSTA 1994; SANTOS & HAIMOVICI 1998; SANTOS 2000).

O pequeno loliginídeo *Lolliguncula* cf. *brevis* ocorre em regiões rasas (<20m) ao longo da costa catarinense, e é capturado incidentalmente como *bycatch* da pesca artesanal de arrasto direcionada ao camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), não possuindo importância econômica. Apesar desse fato, a espécie é um componente importante das comunidades nectônicas costeiras no entorno da Ilha de Santa Catarina, e está presente na costa catarinense durante todo o ano (J.A.A. PEREZ, com. pess.).

Os estudos sobre a dieta dos Loliginidae, revisados por NIXON (1987), demonstram que esses organismos predam sobre uma ampla gama de presas, e são principalmente piscívoros oportunistas, sendo que a importância de outras presas, como por exemplo crustáceos e lulas, varia entre diferentes áreas geográficas, espécies e populações (RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996). O canibalismo de espécimes maiores sobre

conspecíficos menores também é conhecido para algumas espécies, e em geral ocorre sobre áreas de desova (KARPOV & CALLIET 1978; HIXON 1983; LIPINSKI 1985; SAUER & LIPINSKI 1991). De um modo geral os loliginídeos são predadores oportunistas (BOYLE 1990), sendo que a disponibilidade de presas acessíveis e de tamanho adequado parece ser determinante na composição da dieta (SUMMERS 1983; RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996). O extremo dessa tendência é encontrada na dieta de *L. gahi*, onde os exemplares são totalmente carcinófagos, predando principalmente sobre densas concentrações de eufasiáceos no entorno das Ilhas Malvinas, os quais constituem as presas mais abundantes na região (GUERRA *et al.* 1991). A composição da dieta também varia ao longo da ontogenia, com os juvenis tipicamente consumindo crustáceos e com os peixes crescendo em importância à medida que o predador aumenta do tamanho (COLLINS *et al.* 1994). Dotadas de uma grande voracidade devido ao ciclo de vida curto, alto metabolismo e a semelparidade, o que é refletido em elevadas taxas de crescimento (O'DOR & WELLS 1987; RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996; WELLS & CLARKE 1996; PEREZ & O'DOR 1998), populações de lulas, principalmente as que formam cardumes, como os Loliginidae e Ommastrephidae, potencialmente podem devastar as concentrações locais de suas presas (RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996).

Dentre os loliginídeos de ampla distribuição na costa atlântica americana, a dieta de *L. plei* é a menos conhecida, sendo que existem apenas quatro trabalhos que tratam sobre a alimentação natural da espécie. A maioria faz parte de teses e dissertações, e apenas um deles foi publicado. Os hábitos alimentares de *L. plei* foram pioneiramente estudados por LaROE (1967) no sudeste dos EUA. No final da década de 1970, WHITAKER (1978) estudou a dieta da espécie, também na costa sudeste dos EUA, e JUANICÓ (1979) fez o primeiro levantamento dos hábitos alimentares da espécie na costa Sudeste-Sul do Brasil. Posteriormente, AROCHA & UROSA (1991) fazem uma breve descrição da alimentação da espécie na costa caribenha da Venezuela.

Em contraste com *L. plei*, a dieta de *L. sanpaulensis* é bem melhor conhecida. CASTELLANOS (1967) estudou os hábitos alimentares da espécie na costa norte da Argentina, tendo sido o primeiro estudo do gênero para a espécie. No Brasil a dieta da espécie na plataforma gaúcha foi estudada pioneiramente por ANDRIGUETTO FILHO (1989) e posteriormente por SANTOS & HAIMOVICI (1998). Na plataforma costeira da

região de Cabo Frio (RJ), os hábitos alimentares da espécie foram investigados por COSTA (1994).

Os hábitos alimentares de lulas do gênero *Lolliguncula* foram muito pouco estudadas. Um único trabalho sobre a alimentação foi feito para *Lolliguncula brevis* nos estuários da Flórida (DRAGOVICH & KELLY 1964) e, em outros estudos, inferida suas preferências alimentares com base em correlações com a biomassa zooplancônica (LIVINGSTON *et al.* 1976; LAUGHLIN & LIVINGSTON 1982) e com peixes em estuários (OGBURN–MATTHEWS & ALLEN 1993), sem a análise de conteúdos estomacais. SQUIRES & BARRAGÁN (1979) estudaram as preferências alimentares de *Lolliguncula panamensis* na costa Pacífica da Colômbia.

Neste contexto, o presente trabalho traz uma estudo da alimentação natural de *L. plei* explotada pela pesca artesanal, bem como de outros loliginídeos (*L. sanpaulensis* e *Lolliguncula cf. brevis*) que ocorrem na área, buscando um maior conhecimento das relações tróficas e do papel ecológico desses organismos na região costeira (<20 m) no entorno da Ilha de Santa Catarina.

8.2. Material e Métodos

8.2.1. Obtenção e Processamento das Amostras

O material utilizado nesse estudo foi obtido à partir de duas fontes, a saber: (1) coletas periódicas na Enseada do Pântano do Sul durante os meses de verão dos anos de 1999, 2000 e 2001, onde normalmente as lulas foram capturadas com o auxílio de zangarilhos e linhas de mão com ou sem atração luminosa (para detalhes *vide* **Capítulo I**), e (2) amostras adquiridas nos desembarques comerciais da pesca artesanal na Praia dos Ingleses, Barra da Lagoa e Pântano do Sul, oriundas tanto da pesca com zangarilho quanto das capturas dos cercos flutuantes (Figura 1). Amostras foram trazidas ao laboratório e congeladas para posterior dissecação do trato digestivo, que compreendeu a cuidadosa remoção dos estômagos e, por vezes, dos intestinos, quando esses também apresentaram algum conteúdo. O grau de repleção estomacal (GR), foi inferido subjetivamente numa escala de 6 estágios (0 = vazio, 1 = 25% cheio, 2 = 50% cheio, 3 = 75% cheio, 4 = 100% cheio e 5 = distendido), segundo metodologia proposta em PIERCE *et al.* (1994).

Para cada indivíduo que apresentou conteúdo estomacal (*i.e.* estômagos não vazios), foi medido o comprimento do manto (CM), ao milímetro inferior com o auxílio de um ictiômetro e, com o auxílio de uma balança de precisão (OHAUS PRECISION STANDARD®), foram registrados, ao milésimo de grama, o peso total (PT), o peso do estômago (PE) e o peso do conteúdo estomacal (PC) (*i.e.*, o peso dos restos de alimento encontrados no estômago e/ou intestino). Os indivíduos foram sexados e os estágios qualitativos de maturação gonadal foram determinados de acordo com a escala proposta por PEREZ *et al.* (2001) (Tabela 1). Os estágios foram posteriormente agrupados em imaturos, em maturação, maduros e desovados. Os estômagos foram dissecados, fixados em formalina (10%) neutralizada com bórax e conservados em álcool a 70%.

Os estômagos de *Loligo plei*, *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula cf. brevis* foram examinados com o auxílio de uma lupa binocular estereoscópica com aumento de 6,7 a 40 X (OLYMPUS® SZ-PT). Peixes foram reconhecidos à partir de otólitos, vértebras, cristalinós, restos de nadadeiras e escamas. A identificação ao nível de gênero ou espécie e a estimação dos comprimentos totais (CT) foi feita pela comparação direta dos otólitos encontrados com coleções de referência, segundo três fontes: (1) uma coleção de referência confeccionada para identificação de otólitos de pequenos peixes pelágicos (Clupeiformes) (MARTINS, CONCEIÇÃO, CASTRO, SANTOS & RODRIGUES-RIBEIRO, em preparação), (2) a coleção de otólitos do Laboratório de Recursos Pesqueiros Demersais e Cefalópodes da FURG (M. HAIMOVICI, com. pess.) e (3) o trabalho de BASTOS (1990). Olhos compostos, somitos, fragmentos de apêndices e do exoesqueleto foram elementos críticos para o reconhecimento dos crustáceos. Cefalópodes foram reconhecidos à partir de bicos, estatólitos, fragmentos de tecido, pedaços de *gladii*, braços, resíduos de tinta e anéis quitinosos, e a identificação a nível de família, gênero ou espécie, bem como a estimativa dos comprimentos de manto (CM) foram feitas, à partir das medidas dos bicos, com base no trabalho de SANTOS (2000). Poliquetas foram reconhecidos por fragmentos de segmentos, probócides, mandíbulas, paragnatas e acículas (C. SANTOS, CEM/UFPR, com. pess.).

Com o intuito de se verificar uma possível correspondência entre os itens predados e as potenciais presas presentes na área, foram coletados, com o auxílio de redes de sarico, pequenos peixes, macrozooplâncton (principalmente crustáceos planctônicos), poliquetas epítocos e outros organismos que se concentravam em torno da embarcação durante o

período noturno, por efeito das luzes utilizadas para atrair as lulas. O comportamento das frações das comunidades planctônica e nectônica presentes na Enseada do Pântano do Sul durante o período noturno e que eram atraídas pelas luzes do barco foi diretamente observado e registrado durante as operações de pesca noturnas.

8.2.2. Estudo da Dieta dos Loliginídeos

A análise dos conteúdos estomacais foi feita através do cálculo da frequência de ocorrência ($FO = Ni/Nt$), onde Ni é o número de estômagos com um tipo de presa e Nt é o número total de estômagos com algum conteúdo (HYSLOP 1980; HERRAN 1988).

A comparação da dieta das lulas de diferentes sexos, estágios de maturação (imaturos e maduros), classes de tamanho (entre 20 e 370 mm de CM (Comprimento do Manto), com intervalos de 50 mm em *L. plei*, e entre 40 e 120 mm, com intervalos de 20 mm em *L. sanpaulensis*), massas d'água (AP: Água de Plataforma; AP/AC: mistura da AP com a Água Costeira (AC); AP/ACAS: mistura da AP com a Água Central do Atlântico Sul (ACAS); ACAS: Água Central do Atlântico Sul, ver definições no **Capítulo I**) e períodos de coleta (diurno e noturno) foram feitas aplicando-se o teste de Qui-quadrado (χ^2) e tabelas de contingência, ao nível de significância de 5% (ZAR 1996).

A atividade alimentar foi estudada à partir do cálculo do Índice de Intensidade de Alimentação (I.A.) (HERRÁN 1988), o qual representa a proporção do peso do conteúdo estomacal (PC) em relação ao peso total (PT): $I.A. = PC/(PT - PC)$. Comparações desse índice em relação a sexos, situação oceanográfica, classes de tamanho, períodos do dia e maturação sexual foram feitas através de testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, uma vez que os dados não se ajustaram à distribuição normal e as condições de homocedascidade, ao nível de significância de 5% (ZAR 1996).

Os cálculos estatísticos foram feitos através do módulo de estatísticas não paramétricas do *software* Statistica® 5.0 (STATSOFT CORPORATION 1997).

8.3. Resultados

8.3.1. Capturas das Redes de Sarico, Observação Direta da Comunidade Nectônica e Comportamentos de Predação

A comunidade de organismos presentes durante o período noturno na superfície da coluna d'água na Enseada do Pântano do Sul durante os períodos de coleta foi analisada qualitativamente através de capturas realizadas com redes de sarico e atração luminosa (Tabela 2). Pequenos peixes pelágicos (Clupeiformes), juvenis da tainhota (*Mugil curema*) e poliquetas epítocos foram os organismos mais comuns, sendo outras espécies de organismos menos abundantes. Outros organismos avistados, mas não capturados, incluíram o zooplâncton gelatinoso, tais como ctenóforos, salpas e medusas. Entre os peixes menos abundantes, haviam formas juvenis, tanto de espécies pelágicas (*Trachinotus marginatus*, *Hyporhamphus unifasciatus*), quanto demersais (*Dactylopterus volitans*, *Mullus argentinae*, *Stephanolepis hispidus*, *Synodus foetens*). Em comum todos esses organismos foram possivelmente atraídos pela concentração de pequenos crustáceos planctônicos sob as luzes observados na camada superficial (cerca de 50 cm de profundidade) da coluna d'água. Enquanto se moviam pela zona iluminada, observou-se que esses organismos foram predados tanto pelas lulas (*L. plei*) quanto por peixes espada (*Trichiurus lepturus*), dependendo da ocasião (Figura 2A).

Lulas (*L. plei*) adentravam na zona iluminada em pequenos grupos de 3 a 6 indivíduos, sempre com um indivíduo ou dois indivíduos maiores (possivelmente machos), capturavam as presas e rapidamente voltavam para a zona não iluminada (Figura 2B). Enquanto se moviam pela zona iluminada, algumas vezes eram predadas pelos peixes-espada (Figura 2A) e, ao se aproximarem da superfície para capturarem suas presas, se tornavam vulneráveis às redes de sarico, sendo que freqüentemente foram encontradas lulas com pequenos peixes entre os braços ou mesmo sendo devorados pelas lulas capturadas dessa maneira (obs. pess.). A estratégia dos peixes-espada consistiu em ficarem imóveis em posição vertical na zona de penumbra e disparar rapidamente com a boca amplamente aberta em direção das presas (peixes, lulas) que atravessavam a zona iluminada, por vezes saltando para fora da água, retornando para a penumbra na seqüência (Figura 2A) (obs. pess.).

O comportamento de *Lolliguncula cf. brevis* no período noturno sob atração luminosa foi registrado somente no verão de 1999. Indivíduos dessa espécie foram observados mimetizando a cor, forma e movimentos de pequenos peixes pelágicos (manjubas) que se concentravam nadando em círculos sob as luzes, na noite da terceira campanha do verão de 1999 (dias 26 e 27 de janeiro de 1999) (Figura 2C) (obs. pess.). Tal comportamento poderia estar associado tanto com uma defesa em relação os predadores (*Trichiurus lepturus*) presentes na área na ocasião ou a uma estratégia de predação, onde as lulas se infiltrariam dentro dos cardumes para a captura de presas (obs. pess.). Em outras ocasiões os exemplares de *Lolliguncula cf. brevis* foram avistados na camada de macrozooplâncton (crustáceos planctônicos) acima dos cardumes de pequenos peixes pelágicos (*Anchoa spp.*) (Figura 2A). Nessa situação os indivíduos permaneciam imóveis, com o corpo todo escurecido e com os braços voltados para cima, adotando uma postura do tipo *flamboyant* (HANLON & MESSEGER 1996) (Figura 2D) (J.A.A. PEREZ, com. pess.). Em tais circunstância, esses pequenos loliginídeos poderiam estarem (a) apresentando um *display* de alerta (*i.e.*, de “percepção” da presença de predadores e um “aviso” aos mesmo que estariam prontas para a fuga; HANLON & MESSEGER 1996) aos predadores (*Loligo plei*, *Trichiurus lepturus*) na área, ou (b) emboscando as pequenas presas ao seu redor.

Poliquetas epítocos raramente foram atacados pelas lulas, e em nenhuma das ocasiões monitoradas foram atacados pelos peixes espada. Em mais de uma ocasião verificou-se que as lulas agarravam os poliquetas com os tentáculos e em poucos segundos os soltavam (obs. pess.).

8.3.2. Dieta de *Loligo plei*

De um total de 597 lulas examinadas, 247 (41,4%) apresentaram conteúdo estomacal. A principal categoria de presas foram peixes, os quais ocorreram em 75,3% dos estômagos analisados, seguidos por crustáceos (47,4%), poliquetos (16,6%), lulas (5,3%) e material digerido (12,1%) (Tabela 3). Dos estômagos analisados, 52,6% apresentaram um único tipo de presa, 38,5% apresentaram dois tipos, 8,5% apresentaram três tipos e 0,4% apresentaram quatro tipos de presas reconhecíveis (Tabelas 4 e 5), sendo que peixes e crustáceos constituíram a mistura de itens mais comumente encontrada. Entre machos e

fêmeas, não houveram diferenças significativas entre a porcentagem de estômagos cheios ($\chi^2 = 0,96$; 1 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 6), na proporção de itens predados (*i.e.*, peixes, crustáceos, poliquetas, lulas e material digerido) ($\chi^2 = 1,52$; 4 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 5) e na mistura de itens na dieta ($\chi^2 = 6,78$; 3 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 5), razão pela qual as análises posteriores foram feitas com os sexos agrupados.

Não houve diferenças na proporção de estômagos com conteúdo entre o dia e a noite ($\chi^2 = 0,08$; 1 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 7), o que sugere que a alimentação ocorra tanto no período diurno quanto no noturno. Da mesma forma, a proporção dos itens ingeridos não diferiu entre os dois períodos ($\chi^2 = 1,99$; 4 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 8). A análise dos Índices de Atividade Alimentar (I.A.) também não revelou diferenças significativas entre os dois períodos (teste de Mann-Whitney, $U = 4257$; $p > 0,05$).

Com relação ao regime oceanográfico, a proporção de estômagos cheios foi significativamente maior na situação de mistura da Água de Plataforma (AP) e da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) ($\chi^2 = 15,75$; 3 g.l.; $p < 0,05$) (Tabela 9, Figura 3). Os índices de atividade alimentar médios (I.A.) não diferiram significativamente entre as diferentes massas d'água e suas misturas (teste de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 1,13$; 3 g.l.; $p > 0,05$), embora tenham sido maiores e tenham apresentado maior variabilidade nas ocasiões de mistura da AP com a ACAS (Figura 4). As proporções de presas em relação ao regime oceanográfico são mostradas na Figura 5. O consumo de peixes foi importante em todas as situações, enquanto os crustáceos foram mais importantes na situação de Água de Plataforma, e ocorreram com menor frequência na mistura desta com a Água Costeira (AC). Poliquetas foram predados em baixas proporções em todas as situações, enquanto lulas estiveram ausentes na situação de mistura da AP com a AC, estando presente em baixas proporções nas demais situações.

A proporção de estômagos cheios em relação ao CM diferiram significativamente ($\chi^2 = 14,31$; 7 g.l.; $p < 0,05$) (Tabela 10), e as maiores proporções de estômagos cheios foram verificadas nas classes de 120 e 370 mm de comprimento de manto, tendo sido sempre superiores a 30% nas demais classes (Figura 6). Não houve diferenças entre os I.A. com o aumento do crescimento do manto (teste de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 4,95$; 6 g.l.; $p < 0,05$).

As proporções de peixes, crustáceos, poliquetos e lulas em relação ao comprimento do manto de *L. plei* são mostradas na Figura 6. A ocorrência de peixes na dieta foi importante em todas as classes de tamanho, e aumentou regularmente com o CM, enquanto que o inverso ocorreu com os crustáceos. Os crustáceos representaram presas importantes em todas as classes de comprimento, com exceção da classe de 370 mm, onde os indivíduos foram exclusivamente piscívoros. Poliquetas começaram a ser predados por lulas maiores que 120 mm de CM, não constituindo um item importante. O consumo de lulas iniciou aos 70 mm de CM e, como os poliquetas, não foram importantes na dieta (Figura 6).

A proporção de estômagos cheios não diferiu significativamente com a maturidade sexual ($\chi^2 = 1,75$; 1 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 11), sendo que os I.A. médios também não apresentaram diferenças significativas entre indivíduos maduros e imaturos (teste de Mann-Whitney, $U = 877$; $p > 0,05$).

Otólitos foram encontrados com certa freqüência nos estômagos analisados, e os comprimentos dos peixes estimados à partir de regressões para cada espécie encontrada sugerem que as lulas se alimentam de pequenos peixes. Em uma ocasião foram encontrados 12 otólitos, em um indivíduo macho (CM = 237 mm) capturado com cerco flutuante na Enseada do Pântano do Sul. Dos peixes reconhecidos através dos otólitos, os engraulídeos *Anchoa lyolepis* e *A. tricolor* foram os mais comuns, seguidos de pequenos cianídeos (*Ctenosciaena gracilicirrhus*) e da sardinha-mole (*Pellona harroweri*) (Tabela 3). Também foram encontrados peixes quase inteiros em outras duas ocasiões, o que permitiu a identificação à nível específico: um pequeno peixe-espada (*Trichiurus lepturus*), que foi encontrado quase incólume no estômago de um macho de 282 mm de comprimento de manto e um “coió” (*Dactylopterus volitans*), encontrado semi-devorado nos braços de uma lula capturada com sarico. Essa última espécie também foi identificada em um estômago pela presença de fragmentos de ossos cefálicos característicos (Tabela 3).

Crustáceos, principalmente as formas planctônicas, foram freqüentemente encontrados nos conteúdos, mas na maioria dos casos não puderam ser reconhecidos mais acuradamente. Dos itens identificados nessa categoria, larvas de crustáceos decápodes, anfípodas e juvenis de siris (*Callinectes* sp.) foram reconhecidos principalmente pelos olhos compostos (sésseis e pedunculados), formatos dos apêndices (pereiópodos, quelas, pseudo-

quelas e pleópodos) e, no caso específico dos siris, por fragmentos de quelas, pereiópodos natatórios e da carapaça (Tabela 3).

Poliquetas, assim como os crustáceos, dificilmente foram reconhecidos especificamente. A taxonomia complexa desse grupo, aliada ao estado de maceração em que se encontravam nos conteúdos estomacais dificultaram em muito o reconhecimento mais específico. No entanto, todos os exemplares foram reconhecidos como espécimes da família Nereididae, pela coloração e forma das acículas. Em duas ocasiões foi possível a identificação dos espécimes à nível de gênero (*Platynereis* spp. e *Pseudonereis* spp.) e em outras duas à nível de espécie (Nereididae sp. A e Nereididae sp. B), baseada em restos de indivíduos em melhor estado (Tabela 3). Além disso, também foi constatada a presença de indivíduos epítocos na dieta.

Dentre os cefalópodes identificados na dieta, a totalidade foi reconhecida como lulas, pertencentes a família Loliginidae. *L. plei* e *L. sanpaulensis* foram reconhecidos através da escultura dos bicos quitinosos e a morfologia de estatólitos encontrados nos conteúdos estomacais (Tabela 3).

Outros itens encontrados foram grãos de sedimento (areia e silte), fragmentos de macroalgas, pedaços de filamentos plásticos e, em uma ocasião, restos de um coleóptero não identificado, sendo todos atribuídos à ingestão acidental.

As relações entre os comprimentos de manto das lulas e os comprimentos totais dos peixes predados por *L. plei* são mostrados na Figura 7. Como os pontos representam apenas as presas que puderam ter suas dimensões estimadas à partir das medidas dos bicos, otólitos e, no caso do peixe-espada, do peso total da presa, a figura representa uma relação aproximada das relações entre os tamanhos das presas e do predador. Bicos foram encontrados apenas em indivíduos entre as classes de 70 e 170 mm de CM, sendo que o tamanho das presas corresponderam entre 17% e 65% do comprimento de manto do predador. As três espécies de peixes que puderam ter seus comprimentos totais estimados à partir dos otólitos (*Anchoa lyolepis*, *A. tricolor* e *Ctenosciaena gracilicirrhus*) apresentaram dimensões similares (Tabela 3), e corresponderam entre 17% e 45% do CM de *L. plei*.

8.3.3. Dieta de *Loligo sanpaulensis*

Todos os exemplares de *Loligo sanpaulensis* com algum conteúdo estomacal foram coletados a noite com atração luminosa, o que impediu a comparação entre o período diurno e noturno. Dos 266 exemplares examinados, 94 (35,5%) apresentaram algum conteúdo estomacal. Peixes predominaram na dieta (90,4%), seguidos de crustáceos (24,5%), cefalópodes (5,3%) e poliquetas (1,1%) (Tabela 12). Do total de estômagos examinados, 83,3% dos estômagos apresentaram um único tipo de presa, 27,4% dois tipos e em uma única ocasião, três tipo de presas (Tabela 13), sendo peixes e crustáceos a mistura mais frequentemente encontrada.

A proporção de estômagos com conteúdo diferiu significativamente entre sexos, sendo maior nas fêmeas ($\chi^2 = 8,26$; 1 g.l.; $p < 0,05$) (Tabela 14), embora a comparação dos I.A. entre os dois sexos não tenha revelado diferenças significativas (teste de Mann-Whitney, $U = 440$; $p > 0,05$). A proporção de peixes e crustáceos ingeridos não diferiu entre sexos ($\chi^2 = 3,51$; 1 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 15), porém nota-se que os peixes predominam na dieta das fêmeas, enquanto os crustáceos foram mais importantes entre os machos. O item “lulas” figurou apenas entre os machos, em três ocasiões (Figura 8).

As proporções de estômagos cheios em relação ao CM para machos e fêmeas são mostradas na Figura 9. Devido ao baixo número de observações em cada classe de tamanho, não foi possível destacar nenhuma tendência entre os machos. Nas fêmeas, nota-se que a maiores proporções de estômagos cheios foram observadas entre as classes de 60 e 80 mm, diminuindo com o aumento do CM, no entanto, esses resultados devem ser vistos com reservas pois, como nos machos, o número de indivíduos em cada classe de tamanho foi muito baixo. Foram encontradas diferenças na proporção de estômagos cheios entre indivíduos imaturos e maduros, sendo maior entre esses últimos ($\chi^2 = 10,74$; 1 g.l.; $p < 0,05$) (Tabela 16), embora não tenha sido identificado diferenças nos I.A. (teste de Mann-Whitney, $U = 787$; $p > 0,05$).

Peixes e crustáceos foram encontrados em todas as classes de comprimento (Figura 10). O consumo de peixes cresceu significativamente com o CM ($\chi^2 = 40,35$; 4 g.l.; $p < 0,05$), enquanto que a proporção de crustáceos não se modificou ($\chi^2 = 1,13$; 4 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 17).

Lulas com algum conteúdo estomacal foram encontradas em três situações oceanográficas: predominância de Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da mistura desta com a Água de Plataforma e na mistura da AP com a Água Costeira (AC), não sendo encontrada diferenças significativas na proporção de estômagos com conteúdo nessas três situações ($\chi^2 = 0,07$; 2 g.l.; $p > 0,05$) (Tabela 18, Figura 11). Os índices de intensidade de alimentação (I.A.) não diferiram significativamente entre as situações oceanográficas (teste de Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 2,32$; 2 g.l.; $p > 0,05$), embora as médias tenham sido maiores e apresentado maior variabilidade na mistura da AP com a ACAS (Figura 12), supostamente a situação com maior disponibilidade de alimento (*vide Capítulo I*).

As proporções de presas em relação ao regime oceanográfico são mostradas na Figura 13. Peixes foram particularmente importantes na situação da mistura da AP com a AC e na situação de afloramento da ACAS, enquanto os crustáceos foram mais importantes na mistura da AP com a ACAS. Lulas foram encontradas nos estômagos apenas nas situações de mistura de massas d'água.

A identificação de presas foi mais limitada do que em *L. plei*. A única espécie de peixe identificada à partir de otólitos foi *Anchoa lyolepis* (Tabela 12), espécie que também foi comumente encontrada na dieta de *L. plei*. Em várias ocasiões, nos dias 14-15 dezembro de 1998, foram capturados exemplares de *L. sanpaulensis* um juvenis de *A. lyolepis* na boca (J.A.A. PEREZ, com. pess.). Larvas de decápodes foram os crustáceos predominantes na dieta, seguidos de anfípodos (Tabela 12). O item "Poliquetas" foi registrado em uma única ocasião e, pela coloração e forma das acículas, identificado como Nereididae (Tabela 12). Lulas foram registradas através de bicos quitinosos e estatólitos por duas ocasiões (Tabela 12), tratando-se de canibalismo e da espécie congênica *L. plei*. Em uma ocasião foram encontrados ovos de polvo (*Octopus* sp.) no estômago de uma fêmea de 91 mm de CM capturada pelo cerco flutuante na Enseada do Pântano do Sul, o que possivelmente se deva a ingestão acidental (Tabela 12). Outros itens não associados à dieta incluíram grãos de sedimento (areia e silte) e fragmentos de fios de plástico.

8.3.4. Dieta de *Lolliguncula* cf. *brevis*

A dieta do pequeno loliginídeo *Lolliguncula* cf. *brevis* não pode ser investigada acuradamente, dado o pequeno número de conteúdos estomacais obtidos ($n = 10$), os quais

representaram apenas 4,5% dos 224 exemplares coletados. A composição da dieta é mostrada na Tabela 19. Peixes e crustáceos foram os únicos tipo de presas identificadas. Como em *L. sanpaulensis*, a maioria dos estômagos apresentaram apenas um único item, sendo que em apenas duas ocasiões foi encontrada a mistura de peixes e crustáceos. Em outras duas ocasiões foram encontrados grãos de areia e silte, possivelmente tratando-se de ingestão secundária.

8.4. Discussão

8.4.1. Dieta de *Loligo plei*

A dieta de *Loligo plei* que se concentram em águas rasas (<20 m) no entorno da Ilha de Santa Catarina durante o período estival e que se tornam alvo da pesca artesanal parece ser típica de Loliginidae, tendo peixes e crustáceos como itens principais, e em menor grau outros tipos de presas (COELHO *et al.* 1997; ROCHA *et al.* 1994; SANTOS & HAIMOVICI 1998).

Um relativamente elevado grau de mistura de diferentes itens na dieta, principalmente peixes e crustáceos, foi encontrado na dieta de *L. plei* no entorno da Ilha de Santa Catarina, e foge do padrão geral dos loliginídeos, que usualmente apresentam elevadas proporções de um único item alimentar nos estômagos. *L. plei* apresentou 56,6% de estômagos com um único item. Em contraste, em outras espécies como *L. vulgaris reynaudii*, *L. forbesii* e *L. sanpaulensis* um único tipo de presa foram encontrados em mais de 90% dos estômagos com conteúdo (SAUER & LIPINSKI 1991; PIERCE *et al.* 1993, 1994; ANDRIGUETTO FILHO 1989; COSTA 1994; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998).

A predominância de um único tipo de presa em outras espécies de Loliginidae pode estar ligado ao fato de que a maioria dos estudos sobre a dieta desse grupo terem sido feitos com amostras de plataforma, onde as concentrações de alimento sabidamente são mais dispersas, caracteristicamente com picos de biomassa separados por regiões de baixas biomassas (BOUDREAU & DICKIE 1992). Em contraste, os cardumes migratórios de *L. plei* que se aproximam das regiões costeiras no entorno da Ilha de Santa Catarina possivelmente encontrariam uma maior diversidade de habitats em seu trajeto e, conseqüentemente, mais oportunidades de forrageio, o que pode explicar a relativamente

elevada proporção de mistura de itens encontrado na dieta. Deste modo, a dieta da espécie é consistente com o padrão geral dos Loliginidae, que preferencialmente parece estar baseada no consumo das presas mais abundantes e facilmente acessíveis em seu ambiente (BOYLE 1990).

A ocorrência de pequenos otólitos e fragmentos de crustáceos (principalmente larvas zoea, mysis e megalopae de decápodes) encontrados nos conteúdos estomacais mostram que *L. plei* preda sobre pequenos peixes pelágicos e crustáceos planctônicos que se concentram no entorno da Ilha de Santa Catarina devido a condições oceanográficas preferenciais (*vide Capítulo I*), o que foi confirmado pela comparação com o material capturado com as redes de sarico (Tabelas 2 e 3). A predominância de pequenos peixes pelágicos também foi encontrada em *Sepioteuthis sepioidea* no Mar do Caribe (NIXON 1987), cuja dieta incluiu o pequeno engraulídeo *Anchoa lyolepis*, também registrado no presente estudo.

A variação dos comprimentos calculados das presas em função do comprimento de manto de *L. plei* revelou que pequenos peixes foram consumidos por lulas de uma ampla gama de tamanhos e, portanto, o tamanho das presas não apresentou uma relação nítida com o tamanho do predador, diferentemente do observado para outras espécies da família, como *L. sanpaulensis* e *L. forbesii*, onde existe uma tendência de um aumento no comprimento das presas com o aumento do comprimento de manto (COLLINS *et al.* 1994; COLLINS & PIERCE 1996; SANTOS & HAIMOVICI 1998). Tal padrão parece refletir a disponibilidade de pequenos peixes (principalmente clupeiformes) na área, o que possivelmente seja resultado dos episódios de maior produtividade induzidos pelos pulsos de intrusão da ACAS nas regiões costeiras do entorno da Ilha de Santa Catarina durante o verão (*vide Capítulo I*).

Apesar de os comprimentos dos peixes calculados à partir dos otólitos encontrados nos estômagos sugerirem o consumo de peixes de pequeno porte, é possível que *L. plei* inclua peixes de maior porte dentre os itens predados, ainda que com menor frequência. Evidências desse padrão foram o peixe-espada encontrado quase incólume no estômago de um indivíduo macho de 282 mm de CM, cujo comprimento total foi estimado em 345 mm, ou seja, 1,2 vezes seu comprimento de manto, e a presença de um exemplar de *Dactylopterus volitans* de cerca de 200 mm encontrado nos braços de uma lula de 205 mm

de CM capturada com rede de sarico. Essa última presa foi encontrada semi-devorada à partir da parte posterior, o que sugere que *L. plei* possa adequar suas estratégias de ingestão da presa à nível específico. Dessa forma, o animal evitaria a ingestão dos robustos ossos da carapaça cefálica de *D. volitans*. Esses indícios indicam que a predação sobre esse tipo de peixe pode estar subestimada, e o mesmo mecanismo poderia se aplicar a predação sobre outros peixes de maior porte. O descarte da cabeça representa um mecanismo de evitar o custo energético (e o risco de danos internos) associado à ingestão de ossos de peixes maiores (COLLINS & PIERCE 1996). De fato, o descarte de cabeças e coluna vertebral parece ser comum dentre as lulas da família Loliginidae (BIDDER 1966; NIXON 1987; ANDRIGUETTO FILHO 1989; PORTEIRO *et al.* 1990,1995; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998).

Em contraste com a ocorrência de presas nectônicas (pelágicas), a ocorrência de poliquetos átocos, anfípodas e pequenos braquiúros (*Callinectes* sp.) e a presença de grãos de areia, silte e fragmentos de macroalgas em alguns estômagos sugere que a espécie também se alimente junto ao fundo, fato também observado por JUANICÓ (1979) na dieta de exemplares de *L. plei* oriundos de cruzeiros de pesquisa na costa Sudeste-Sul do Brasil.

Deve-se destacar que os pequenos siris (*Callinectes* sp.) também podem terem sido predados na coluna d'água, uma vez que também estiveram presentes nas capturas das redes de sarico (Tabela 1). Da mesma forma, é possível que as lulas tenham predado tanto anfípodas bentônicos quanto planctônicos. Infelizmente a identificação desses crustáceos não permitiu esse tipo de diferenciação.

A presença de presas pelágicas, demersais e bentônicas na dieta de *L. plei* é mais um indicativo de que a espécie é uma predadora oportunística, se alimentando das presas de tamanho adequado mais abundantes na área, por toda a coluna d'água. Esse padrão também foi encontrado em *L. forbesii* na costa da Irlanda (COLLINS *et al.* 1994), e foge a idéia geral de que os loliginídeos são associados ao fundo (ROPER & YOUNG 1975; SAUER & LIPINSKI 1991; SANTOS & HAIMOVICI 1998).

Apesar de serem um item de menor importância em relação aos demais, os poliquetas estiveram presentes tanto de dia como a noite. Esse padrão também foi encontrado para *L. vulgaris reynaudii* em áreas de reprodução na costa Sul Africana (SAUER & LIPINSKI 1991). Os autores registraram três espécies de poliquetas, todos

bentônicos. Em contraste, no presente estudo foram registrados pelo menos quatro espécies da mesma família (Nereididae), inclusive uma de um mesmo gênero (*Platynereis* sp.) de uma das espécies de poliqueta consumidas pelas lulas africanas. Foram registrados tanto indivíduos átocos (bentônicos) quanto epítocos (pelágicos) na dieta, sendo que esses últimos podem ter sido predados na coluna d'água. Poliquetas também ocorrem na dieta de *Loligo* spp. em várias regiões da Europa, Arquipélago dos Açores e na costa da Califórnia (MARTINS 1982; HIXON 1983; PIERCE *et al.* 1994; COELHO *et al.* 1997).

As lulas foram o item de menor importância dentre os analisados, sendo seu consumo observado numa ampla faixa de tamanhos e predominantemente entre fêmeas, contrastando com o padrão geral atribuído aos loliginídeos, em que os machos são os maiores responsáveis pelo canibalismo (MACY III 1982; HIXON 1983; LIPINSKI 1985; SAUER & LIPINSKI 1991). A disponibilidade de outros tipos de presas na dieta parece justificar o baixo grau de canibalismo, já que de um modo geral acredita-se que as lulas predem sobre seus semelhantes como uma alternativa a escassez de alimento (ENNIS & COLLINS 1979; O'DOR & WELLS 1987). A plotagem dos comprimentos calculados à partir das medidas dos bicos com os comprimentos de manto de *L. plei* disponíveis nos estômagos revelou que o tamanho das presas foi sempre inferior ao do predador (Figura 5).

Em relação ao período de atividade alimentar, não se observou diferenças significativas entre o dia (período iluminado) e a noite (período não-iluminado), o que sugere que *L. plei* alimente-se continuamente, independente da luminosidade. Apesar desses resultados, é possível que a espécie apresente um período de maior atividade alimentar, como demonstrado para outras espécies da família (KARPOV & CALLIET 1978; MARTINS 1982; VOVK 1983; ANDRIGUETTO FILHO 1989; SAUER & LIPINSKI 1991; COSTA 1994; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997). Infelizmente, a periodicidade temporal da alimentação não pode ser avaliada no presente estudo. Também não foram detectadas diferenças nas proporções de itens predados de dia e de noite por *L. plei*, fato também observado para a espécie na costa sudeste dos Estados Unidos (WHITAKER 1978).

A maior proporção de estômagos cheios em relação as diferentes situações oceanográficas foi encontrada na mistura da AP com a ACAS, ocasião em que *L. plei* aparentemente apresentou uma melhor condição trófica, como indicam as maiores médias

dos índices de atividade alimentar (I.A.). Tais resultados são coerentes com a expectativa de um incremento na produtividade costeira em decorrência do aporte de nutrientes da ACAS, pois nessa situação foi constatado um aumento na biomassa planctônica em relação às demais situações oceanográficas (*vide Capítulo I*). A maior variabilidade observada nessa situação, evidenciada pelo maior desvio padrão em torno da média em relação as demais situações oceanográficas (Figura 4), é um indicativo de uma atividade alimentar intensa na área quando há influência da penetração da ACAS. Dessa forma, *L. plei* poderia explorar e explorar, durante seus deslocamentos e dentro de seus limites fisiológicos, recursos disponíveis em diferentes massas d'água com distintas qualidades e concentrações de alimento, num mecanismo que se ajusta ao padrão geral observado para os animais pelágicos (MARGALEF 1982).

Com relação a variação ontogenética da dieta, *L. plei* apresentou o mesmo padrão geralmente observado para os Loliginidae, em que os animais tornam-se mais piscívoros a medida que crescem (SAUER & LIPINSKI 1991; PIERCE *et al.* 1993; SANTOS & HAIMOVICI 1998). No entanto, deve-se assinalar que os peixes constituíram parte importante da dieta em todas as classes de tamanhos analisadas (desde 20 até 370 mm de CM). PIERCE *et al.* (1993) encontraram o mesmo padrão para *L. forbesii*, e sugerem que os peixes forneçam mais energia do que os crustáceos. Desta forma, pequenas lulas predariam sobre crustáceos apenas quando da não disponibilidade de peixes com um tamanho adequado. Este mecanismo também parece se aplicar a dieta de *L. plei* no presente estudo.

Os maiores exemplares encontrados foram exclusivamente piscívoros, e isso parece estar relacionado ao maior hidrodinamismo e a maior velocidade de ataque, que incrementariam a eficiência na predação (HAEFER 1964; PACKARD 1969; MACY III 1982).

A ocorrência de estômagos com alimento em indivíduos imaturos, em maturação, maduros e desovados na área de estudo sugere que *L. plei* não cessa a alimentação durante a reprodução, como observado em *L. opalescens* (FIELDS 1965) e *L. vulgaris* (WORMS 1983). Na realidade, a diminuição do grau de alimentação em indivíduos maduros em Loliginidae parece ser mais um exceção do que regra, pois a alimentação continuada em indivíduos maduros de várias espécies do gênero é amplamente documentada na literatura

(MARTINS 1982; ANDRIGUETTO FILHO 1989; SAUER & LIPINSKI 1991; COELHO *et al.* 1997; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998). A alimentação por parte dos indivíduos maduros poderia contribuir para um incremento da fecundidade (ANDRIGUETTO FILHO 1989; SANTOS & HAIMOVICI 1997). Esta hipótese parece ainda mais plausível se considerarmos que o entorno da Ilha de Santa Catarina, e possivelmente outras áreas costeiras do estado, constituam uma área de alimentação pré-desova e criação de paralarvas e juvenis de *L. plei*, devido ao incremento na produtividade costeira decorrente dos episódios cíclicos de ressurgência da ACAS (*vide Capítulo I*).

8.4.2. Dieta de *Loligo sanpaulensis*

Em contraste com os estudos anteriores feitos para a espécie (ANDRIGUETTO FILHO 1989; COSTA 1994; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998), a alimentação de *Loligo sanpaulensis* foi estudada somente durante o período noturno, tanto entre os indivíduos adultos quanto para os juvenis.

A proporção de estômagos com conteúdo, e a importância de peixes na dieta das fêmeas concordam plenamente com os padrões encontrados em estudos prévios para a espécie na costa brasileira (ANDRIGUETTO FILHO 1989; COSTA 1994; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998). Com relação a ontogenia, as principais presas foram peixes e crustáceos. A proporção de peixes cresceu significativamente com o CM, tendo sido mais elevadas entre as faixas de 80 e 100 mm, onde mais de 80% dos indivíduos apresentaram esse tipo de presa nos estômagos. Não se registrou diferenças no consumo de crustáceos com o aumento do CM. Esses padrões mostram que os hábitos alimentares de *L. sanpaulensis* no entorno da Ilha de Santa Catarina segue o padrão típico de Loliginidae, com os peixes aumentando de importância com o crescimento do animal (COLLINS *et al.* 1994; COLLINS & PIERCE 1996; COELHO *et al.* 1997; ROCHA *et al.* 1994; SANTOS & HAIMOVICI 1998).

Um único tipo de presa esteve presente na maioria dos estômagos analisados, concordando com o encontrado tanto na costa gaúcha (ANDRIGUETTO FILHO 1989; ANDRIGUETTO FILHO & HAIMOVICI 1997; SANTOS & HAIMOVICI 1998), como na plataforma costeira da região de Cabo Frio, RJ (COSTA 1994). Apesar desse padrão

sugerir que a espécie se diferencie de *L. plei* no que se refere à diversidade de espécies em uma única refeição, os resultados devem ser interpretados com reservas, pois 74 dos 94 estômagos analisados no presente estudo vieram de uma única coleta (14-15 de dezembro de 1998), onde um único item (peixes) ocorreu em 77% dos casos. Além disso, nessa ocasião houve uma acentuada redução na biomassa planctônica de um dia para o outro, aparentemente devido a penetração da AC na Enseada do Pântano do Sul: por exemplo, na fração acima de 2000 μm da estação interna, a biomassa planctônica cai de 0,35 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ no primeiro dia para 0,06 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ no segundo, ou seja, uma redução de 82,9% de um dia para o outro (para outras comparações, ver Tabela 6, **Capítulo I**). A predominância de peixes sobre crustáceos verificada nos estômagos analisados pode ser reflexo da menor disponibilidade de crustáceos planctônicos nessa campanha.

A análise dos índices de atividade alimentar (I.A.) revelou uma situação semelhante a encontrada em *L. plei* na área de estudo (*vide* **Item 8.4.1.**), e sugere que *L. sanpaulensis* também se aproveite da maior produtividade oriunda dos pulsos de intrusão da ACAS na região (*vide* **Capítulo I**) e possivelmente responda de maneira similar a da espécie congênica as concentrações de presas encontrados em seus deslocamentos entre as distintas massas d'água.

A presença de presas pelágicas (*Anchoa lyolepis*, larvas de crustáceos decápodes) e de grãos de sedimento e poliquetos nos estômagos analisados sugerem que *L. sanpaulensis* forrageie por toda a coluna d'água, como observado em *L. plei*. Na costa gaúcha a espécie é tida como associada as cadeias tróficas de fundo (SANTOS 2000), fato que seria esperado em uma região onde há o predomínio de espécies bentônicas e demersais na plataforma (HAIMOVICI 1998; HAIMOVICI *et al.* 1998). Por outro lado, na mesma região, a espécie faz parte das principais associações com o pequeno engraulídeo pelágico *Engraulis anchoita* no inverno e primavera, servindo de predador nesse sistema, juntamente com várias espécies de peixes (MELLO *et al.* 1992). Na plataforma costeira de Cabo Frio (RJ), *L. sanpaulensis* parece aproveitar a produtividade resultante da ressurgência da ACAS, incluindo presas planctônicas (eufasiáceos, larvas de crustáceos decápodes) na dieta (COSTA 1994). Todas essas evidências sugerem que *L. sanpaulensis* varie suas estratégias de predação de acordo com os níveis de oferta de alimento encontrados no ambiente, possuindo uma estratégia alimentar flexível, como apontado no estudo pioneiro de

ANDRIGUETTO FILHO (1989) na plataforma costeira e talude superior do Rio Grande do Sul, o que condiz com a natureza alimentar oportunística comum a todos os Loliginidae (BOYLE 1990). Essa estratégia parece ficar ainda mais evidente em áreas onde pode haver uma integração mais facilitada de habitats bentônicos e pelágicos, como é o caso das enseadas do entorno da Ilha de Santa Catarina.

8.4.3. Dieta de *Lolliguncula cf. brevis*

A dieta de lulas do gênero *Lolliguncula* foi muito pouco estudada. Nos estuários da Flórida (EUA), *Lolliguncula brevis* é encontrada associada a altas biomassas planctônicas (LIVINGSTON *et al.* 1976; LAUGHLIN & LIVINGSTON 1982) e a cardumes de pequenos peixes pelágicos (OGBURN–MATTHEWS & ALLEN 1993), e é tida como zooplancófaga (DRAGOVICH & KELLY 1964). Na costa pacífica da Colômbia, *Lolliguncula panamensis* apresenta uma alimentação basicamente piscívora, também consumindo pequenos crustáceos (SQUIRES & BARRAGÁN 1979).

Apesar de os resultados obtidos terem de ser interpretados com reservas, dado o pequeno número de estômagos amostrados (n = 10), a dieta dos indivíduos de *Lolliguncula cf. brevis* capturados no presente estudo parece seguir os padrões de *L. panamensis*, sendo os indivíduos essencialmente piscívoros e, em menor grau, carcinófagos.

Aparentemente a dieta de *Lolliguncula cf. brevis* no entorno da Ilha de Santa Catarina não está associada à elevadas biomassas planctônicas, como nas lulas dos estuários da Flórida, uma vez que as maiores capturas da espécie estiveram associadas a situações de baixas biomassas planctônicas, quando comparadas com as demais campanhas (*vide Capítulo I*). Essa conclusão é suportada (a) pela baixa proporção de crustáceos encontrados na dieta e (b) a identificação de um possível comportamento de predação, o qual envolve mimetismo e infiltração no cardume de presas potenciais (*Anchoa spp.*) (ver **Item 8.3.1** e Figura 2C). A associação de *Lolliguncula brevis* com cardumes de pequenos peixes pelágicos (clupeiformes) foi registrada em estuários da Flórida, e foi atribuída a uma relação do tipo presa-predador (OGBURN–MATTHEWS & ALLEN 1993).

8.4.4. Considerações Gerais

O estudo da dieta dos loliginídeos na área de estudo revelou que (a) as três espécies apresentaram dietas similares, predando basicamente sobre peixes e crustáceos, e (b) possivelmente sejam atraídas para as regiões costeiras no entorno da Ilha de Santa Catarina devido a concentração de alimento resultante dos episódios de ressurgência costeira da ACAS na região durante o período estival, o que é particularmente evidente no caso de *L. plei*. A percentagem de estômagos com conteúdo verificada em *L. plei* (41,4%) e *L. sanpaulensis* (35,5%) foi relativamente elevada quando comparadas com os valores da literatura, que oscilam entre 30 e 60% (NIXON 1987) e constituem mais um indicativo de que esses loliginídeos utilizam a área para alimentação.

Aparentemente, os densos cardumes de pré desovantes de *L. plei*, dotados de grande mobilidade, promovem ativas migrações ao longo da região costeira da ilha (e possivelmente em outras regiões do litoral catarinense) em busca de áreas de concentração de alimento, notavelmente pequenos peixes pelágicos e larvas de crustáceos decápodes, os quais constituíram os itens mais importantes da dieta. É possível que estas migrações em função das áreas de concentração de alimento produzidas pelos processos de incremento na produtividade costeira gerados pela ressurgência da ACAS ao longo das regiões costeiras influenciem fortemente a ocorrência e disponibilidade de *L. plei* nas áreas de pesca.

PEREZ *et al.* (1999), em estudos sobre a estrutura e dinâmica da pesca artesanal de lulas no litoral Centro-Norte catarinense e Ilha de Santa Catarina, constataram um aparente padrão de migração norte-sul das concentrações costeiras de *L. plei*, baseado no deslocamento dos picos de captura, que começariam no entorno da Ilha do Arvoredo e tenderiam a se mover em direção ao Pântano do Sul no decorrer da temporada de pesca. Migrações costeiras são conhecidas para outras espécies de Loliginidae, como *L. vulgaris reynaudii* (AUGUSTYN *et al.* 1992) na costa sul da África do Sul e *Uroteuthis* (sin. *Loligo*) *edulis* no sudoeste da costa japonesa (OGAWA & MORIWAKI 1986). Os movimentos de ambas espécies, possivelmente dirigidos por requerimentos de forrageio, são ligados a processos de ressurgência costeira e a maior produtividade que este fenômeno acarreta, semelhantemente ao encontrado para *L. plei* no presente estudo.

Considerando-se a importância de pequenos clupeiformes na dieta de *L. plei*, parece evidente que a concentração desses pequenos pelágicos em áreas mais produtivas em

virtude das ressurgências costeiras (*vide Capítulo I*) constitua um dos principais atrativos para as lulas nas regiões costeiras, que nesses momentos tornar-se-iam disponíveis para a pesca artesanal e seriam capturadas incidentalmente pelos cercos flutuantes e oportunisticamente com zangarilhos e linhas de mão (PEREZ *et al.* 1999; PEREZ no prelo) e, em alguns locais, redes de tarrafa (dados não publicados). Lulas pelágicas adultas geralmente são piscívoros oportunistas, que provavelmente predam sobre qualquer tipo de peixe disponível em uma faixa de tamanho adequado (DAWE *et al.* 1997). Deste modo, as lulas parecem se comportar de maneira similar aos barcos da frota atuneira de vara e isca-viva, que ativamente visitam várias regiões costeiras do estado de Santa Catarina para capturarem a isca-viva, principalmente juvenis da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, e de manjubas (*Anchoa* spp.) (LIN 1992; SANTOS & RODRIGUES–RIBEIRO 2000). As áreas de iscagem utilizadas pela frota atuneira catarinense no entorno da Ilha de Santa Catarina na safra de 1998/99 (SANTOS & RODRIGUES–RIBEIRO 2000) são praticamente as mesmas onde ocorre a pesca artesanal da lula, *i.e.*, Praia dos Ingleses, Barra da Lagoa e Enseada do Pântano do Sul (Figura 1), e correspondem a Área 5 (Florianópolis) do trabalho de LIN (1992).

A mistura de itens em uma única refeição e o pequeno tamanho das presas encontradas em conteúdos estomacais de lulas de diversos tamanhos, são padrões registrados para *L. plei* em áreas rasas que contrastam com os padrões alimentares descritos para loliginídeos em mar aberto (*i.e.*, plataforma continental). Eles sugerem que nas áreas costeiras esses organismos devem ter acesso a concentrações de presas de pequeno tamanho, principalmente peixes, os quais constituem um alimento energético para lulas pelágicas (DAWE 1988; PIERCE *et al.* 1993), e que fazem parte de uma curta cadeia trófica que é estruturada rapidamente em resposta ao enriquecimento dessas áreas quando influenciadas pelo regime de ventos e pela ressurgência localizada da ACAS durante o verão (*vide Capítulo I*). Por outro lado, também deve-se destacar que a pouca profundidade e a diversidade de habitats presentes nas zonas costeiras associado ao elevado grau de deslocamento vertical e horizontal dos loliginídeos podem também indicar que essas zonas ofereçam recursos diversos e concentrados, tornando-se altamente atrativas para esses organismos de elevada demanda alimentar (O'DOR & WELLS 1987; WELLS & CLARKE 1996; PEREZ & O'DOR 1998). Embora a dieta de *L. plei* em plataforma seja ainda

desconhecida, hipotetiza-se que essa oferta alimentar também seja uma das principais forçantes das concentrações costeiras de *L. plei* durante o verão.

A predação de *L. plei* sobre pequenos pelágicos na regiões costeiras certamente pode influenciar a disponibilidade desse recurso (isca-viva) na região, bem como ter um certo impacto no recrutamento, uma vez que as lulas se alimentam de exemplares juvenis. Os densos cardumes de *L. plei*, que parecem ser fragmentários tanto espacial quanto temporalmente, possivelmente devido aos movimentos migratórios ao longo das regiões costeiras, podem depletar as densidades de presas nos lugares em que se concentram, como observado em outras lulas que formam cardumes em outros lugares do mundo (RODHOUSE & NIGMATULLIN 1996). Na plataforma continental da costa nordeste dos EUA (Georges Bank) duas espécies de lulas pelágicas, *Loligo pealei* e *Illex illecebrosus*, são as maiores responsáveis pelo consumo de peixes e lulas, superadas apenas pelo “Silver Hake” (*Urophycis tenuis*), e a predação por parte dessas duas espécies parece influenciar o recrutamento de espécies de peixes comerciais (MAURER & BOWMAN 1984). Na costa da Califórnia, a predação sobre as larvas da “California Anchovy” (*Engraulis mordax*) por parte *L. opalescens* parece ter um grande efeito no estoque adulto desse recurso (HURLEY 1976).

8.5. Literatura Citada

- AMARATUNGA, T. 1983. The role of cephalopods in the marine ecosystems. *In*: J.F. CADDY (Ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. *FAO Fisheries Technical Paper*. FAO. Rome, pp. 379 – 415.
- ANDRIGUETTO FILHO, J.M. 1989. Abundância, distribuição, hábitos alimentares e ciclo reprodutivo de *Loligo sanpaulensis* Brakonieccki, 1984 (Cephalopoda, Myopsida) na plataforma costeira e talude superior do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 115p.
- ANDRIGUETTO FILHO, J.M. & M. HAIMOVICI 1991. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakonieccki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazil. *Scientia Marina*, 55 (4): 611 – 618.

- ANDRIGUETTO FILHO, J.M. & M. HAIMOVICI 1996. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazil. *Scientia Marina*, 60 (4): 443 – 450.
- ANDRIGUETTO FILHO, J.M. & M. HAIMOVICI 1997. Feeding habits of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazil. *Nerítica*, Vol. 11, pp. 63 – 76.
- AROCHA, F. & L.J. UROSA 1991. Some biological studies of *Loligo plei* and occurrence of *Loligo pealii* (Cephalopoda, Myopsida) in northeastern Venezuela. *Acta Científica Venezuelana*, 42: 145 – 152.
- AUGUSTYN, C.J.; M.R. LIPINSKI & W.H.H. SAUER 1992. Can the *Loligo* squid fishery be managed effectively? A synthesis of research on *Loligo vulgaris reynaudii*. *South African Journal of Marine Science*, 12: 903 – 918.
- BASTOS, G.C.C. 1990. Morfologia de otólitos de algumas espécies de perciformes (Teleostei) da costa SE/SUL do Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, São Paulo, 180p.
- BOYLE, P.R. 1990. Cephalopod biology in the fisheries context. *Fisheries Research*, 8: 303 – 321.
- BOYLE P.R. & G.J. PIERCE 1994. Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. *Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21, 314p.
- BIDDER, A.M. 1966. Feeding and digestion in cephalopods. *In*: K.M. WILBUR & C.M. YONGE (Eds.). *Physiology of Mollusca*, Academic Press, London, pp. 97 – 124.

- BOUDREAU, P.R. & L.M. DICKIE 1992. Biomass spectra of aquatic ecosystems in relation to fisheries yield. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 1528 – 1538.
- CADDY, J.F. 1983. The cephalopods: factors relevant to their population dynamics and to the assessment and management of stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*, 231: 416 – 452.
- CASTELLANOS, Z.J.A. 1967. Contribución al estudio biológico de *Loligo brasiliensis*. *Boletín del Instituto de Biología Marina*, 14: 5 – 35.
- COELHO, M.; P. DOMINGUES; E. BALGUERIAS; M. FERNANDEZ & J.P. ANDRADE 1997. A comparative study of the diet of *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1799) (Mollusca: Cephalopoda) from the south coast of Portugal and the Saharan Bank (Central-East Atlantic). *Fisheries Research*, 29: 245 – 255.
- CLARKE, M.R. 1962. The identification of cephalopods beaks and the relationship between beak size and total body weight. *Bull. British Museum (Nat. His.) Zool.*, 8: 419 – 480.
- CLARKE, M.R. 1987. Cephalopod biomass-estimation from predation. In: P.R. BOYLE (Ed.). *Cephalopod Life Cycles. Volume II. Comparative Reviews*. Academic Press, London, 221 – 238.
- CLARKE, M.R. 1996. Cephalopod as prey. III. Cetaceans. In: M. R. CLARKE. (Ed.) *The role of cephalopods in the world's oceans. Phil. Trans. Royal Soc. London*, 351: 1053 – 1065.
- COLLINS, M.A. & G.J. PIERCE 1996. Size selectivity in the diet of *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 76: 1081 – 1090.

- COLLINS, M.A.; S. DE GRAVE; C. LORDAN; G.M. BURNELL & P.G. RODHOUSE
1994. Diet of *Loligo forbesii* Steenstrup (Cephalopoda: Loliginidae) in Irish waters.
ICES Journal of Marine Science, 51: 337 – 344.
- COSTA, P.A.S. 1994. Alimentação, ciclo reprodutivo e associação de *Loligo sanpaulensis*
Brakonieccki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) com a ictiofauna demersal na
plataforma costeira de Cabo Frio, RJ. Dissertação de Mestrado, Museu Nacional do
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 80 p.
- COSTA, P.A.S. & M. HAIMOVICI 1990. A pesca de lulas e polvos no litoral do Rio de
Janeiro. *Ciência e Cultura*, 42 (12): 1124-1130.
- COSTA, P.A.S. & F.C. FERNANDES 1993. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis*
(Cephalopoda: Loliginidae) in the Cabo Frio region. *Marine Ecology Progress
Series*, 101: 91 – 99.
- CUNHA, M.M. & A. MORENO 1994. Recent trends in the Portuguese squid fishery. *In:*
P.R. BOYLE & G.J. PIERCE (Eds.) *Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid.*
Fisheries Research Special Issue. Vol. 21, pp. 231 – 241.
- DAWE, E.G. 1988. Length-weight relationships of short-finned squid in Newfoundland
and the effect of diet on condition and growth. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 117: 591 –
599.
- DAWE, E.G.; E.L. DALLEY & W.W. LIDSTER 1997. Fish prey spectrum of short-finned
squid (*Illex illecebrosus*) at Newfoundland. *Canadian Journal of Fisheries and
Aquatic Sciences*, 54 (Suppl. 1): 200 – 208.
- DRAGOVICH, A. & J.A. KELLY 1964. Ecological observations of macro-invertebrates in
Tampa Bay, Florida 1961 – 1962. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib.*, 14: 74 –102.

- ENNIS, G.P. & P.W. COLLINS 1979. Food and feeding of the short finned squid, *Illex illecebrosus*, during its seasonal occurrence in the Newfoundland area. *ICNAF Selected Papers*, 5: 25 – 29.
- FIELDS, W.G. 1965. The structure, development, food relations, reproduction, and life story of the squid *Loligo opalescens*. *California Department of Fish & Game, Fishery Bulletin*, 131: 1 –108.
- GUERRA, A & G. PÉREZ–GANDARAS 1983. Las pesquerías mundiales de cefalópodos: situación actual y perspectivas. *Informe Tecnico de Investigaciones Pesqueiras*, n° 102 – 104, 141p.
- GUERRA, A; B.G. CASTRO & M. NIXON 1991. Preliminary study on the feeding by *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae). *Bulletin of Marine Science*, 49: 309 – 311.
- GUERRA, A.; P. SANCHEZ & F. ROCHA 1994. The Spanish fishery for *Loligo*: recent trends. *In: P.R. BOYLE & G.J. PIERCE (Eds.) Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. Fisheries Research Special Issue. Vol. 21, pp. 217 – 230.*
- HAEFER, P.A. 1964. Morphometry of the common Atlantic squid, *Loligo pealei*, and the Atlantic brief squid, *Lolliguncula brevis*, in Delaware Bay. *Chesapeake Science*, 5(3): 138 – 144.
- HANLON, R.T. & J.B. MESSEGER 1996. *Cephalopod Behaviour*. Cambridge University Press. 232p.
- HAIMOVICI, M. 1998. Teleósteos demersais e bentônicos. *In: U.C. SEELIGER; C. ODEBRECHT & J.P. CASTELLO (Eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 143 – 152.*

- HAIMOVICI, M; J.P. CASTELLO & C.M. VOOREN 1998. Pescarias. *In*: U.C. SEELIGER; C. ODEBRECHT & J.P. CASTELLO (Eds.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 205 – 218.
- HERRÁN, R.A. 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. *Informe Tecnico del Instituto Español de Oceanografía*, nº 63, 74p.
- HIXON, R.F. 1984. *Loligo opalescens*. *In*: P.R. BOYLE (Ed.). Cephalopod Life Cycles. Volume I. Species Accounts. Academic Press, London. pp. 95 – 114.
- NIXON, M. 1987. Cephalopod diets. *In*: P.R. BOYLE (Ed.). Cephalopod Life Cycles. Volume II. Comparative Reviews. Academic Press, London. pp. 201 – 220.
- HURLEY, A.C. 1976. Feeding behavior, food consumption, growth, and respiration of the squid *Loligo opalescens* raised in the laboratory. *Fishery Bulletin*, 74 (1): 176 – 182.
- HYSLOP, E.J. 1980. Stomach content analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IBRAHIM, S.; M.A. AMBAK & S. HÁ-JISAMAE 1995. Fishing methods for cephalopods in Malaysia. *INFOFISH International*. 1/95: pp. 57 – 60.
- JUANICÓ, M. 1979. Contribuição ao estudo da biologia dos cefalópodes Loliginidae do Atlântico Sul Ocidental, entre o Rio de Janeiro e Mar del Plata. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 102 p.
- KARPOV, K.A. & G.M. CAILLIET 1978. Feeding dynamics of *Loligo opalescens*. *In*: C.W. RECKSIEK & H.W. FREY (Eds.) Biological, oceanographic and acoustics aspects of the market squid, *Loligo opalescens* Berry. *Cal. Fish. & Game, Fish. Bul.*, 169: 45 – 65.

- KOTAS, J.E. 1998. "By-catch" de camarão-rosa e pescaria em Santa Catarina. Coleção Meio Ambiente. Série Estudos – Pesca, 30p.
- LaROE, E. 1967. A contribution to the biology of the Loliginidae of the tropical Western Atlantic. MSc. Dissertation. University of Miami. 220p.
- LAUGHLIN, R.A. & R.J. LIVINGSTON 1982. Environmental and trophic determinants of the spatial/temporal distribution of the brief squid (*Lolliguncula brevis*) in the Apalachicola estuary (North Florida, USA). *Bulletin of Marine Science*, 32 (2): 489 – 497.
- LIN, C.F. 1992. Atuns e afins: estimativa da quantidade de isca viva utilizada pela pesca atuneira. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos – Pesca, Vol. 6. 80p.
- LIPINSKI, M.R. 1985. Laboratory survival of *Alloteuthis subulata* (Cephalopoda: Loliginidae) from the Plymouth area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 65(4): 845 – 855.
- LIPINSKI, M.R. 1987. Food and feeding of *Loligo vulgaris reynaudii* from St Francis Bay, South Africa. In: A.I.L. PAYNE, J.A. GULLAND & K.H. BRINK (Eds.). The Benguela and comparable ecosystems. *South African Journal of Marine Science*, 5: 557 – 564.
- LIVINGSTON, R.J.; G.J. KOBYLINSKI; F.G. LEWIS III & P.F. SHERIDAN 1976. Long term fluctuation of epibenthic fish and invertebrate population in Apalachicola Bay, Florida. *Fishery Bulletin*, 74: 311 – 321.
- MACY III, W.K. 1982. Feeding patterns of the long finned squid, *Loligo pealei*, in the New England waters. *Biological Bulletin*. Marine Biological Laboratory, Woods Hole, 162: 28 – 38.

- MARTINS, H.R. 1982. Biological studies of the exploited stock of *Loligo forbesi* (Mollusca: Cephalopoda) in the Azores. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 62: 799 – 808.
- MAURER, R.O. & R.E. BOWMAN 1984. Feeding and food consumption of long-finned squid (*Loligo pealei*) and short-finned squid (*Illex illecebrosus*) in Subareas 5 and 6, Northeast Atlantic. *NAFO Council Meeting Papers*, N911, 20p.
- MARGALEF, R. 1982. *Ecología*, Ediciones Omega, Barcelona, 951p.
- MEDEIROS, R.P. 2001. Estratégias de pesca e usos dos recursos em uma comunidade de pescadores artesanais da praia do Pântano do Sul (Florianópolis, Santa Catarina). Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 112p.
- MELLO, R.M.; J.P. CASTELLO & K.M.F. FREIRE 1992. Asociación de especies pelagicas marinas en el sur de Brasil durante invierno y primavera. *Frente Marítimo*, Vol. 11, pp. 63 – 69.
- MANGOLD, K. 1983. Food, feeding and growth in cephalopods. *In*: C.F.E ROPER, C.C. LU & F.G. HOCHBERG (Eds.). *Proceedings of the Workshop on the Biology and Resource Potential of Cephalopods*, Melbourne, Australia, 9 – 13 March, 1981, *Memoirs of the National Museum of Victoria*, 44: 81 – 93.
- NESIS, K.N. 1987. *Cephalopods of the world*. T.F.H. Publications, Neptune City, NJ, 351p.
- O'DOR, R.K. 1998. Chapter 11. Squid life-history strategies. *In*: E.G. DAWE; P.G. RODHOUSE & R.K. O'DOR (Eds.). *Squid recruitment dynamics. The genus *Illex* as a model, the commercial *Illex* species and influences on the variability*. *FAO Fisheries Technical Paper*, 376: 233 – 254.

- O'DOR, R.K. & M.J. WELLS 1987. Energy and nutrient flow. *In*: P.R. BOYLE (Ed.) Cephalopod Life Cycles. Volume II. Comparative Reviews. Academic Press, London, pp. 109 – 220.
- OGAWA, Y. & S. MORIWAKI 1986. A possible mechanism of fluctuation of so-called “bottom cold water” on the continental shelf. *Bull. Tohoku. Reg. Fish. Res. Lab. Tohokusuiken Kenpo* n°. 48, pp. 97 – 114. (em japonês).
- OGBURN–MATTHEWS, M.V. & D.M. ALLEN 1993. Interactions among dominant estuarine nekton species. *Estuaries*, 16 (4): 840 – 850.
- OKUTANI T.; R.K. O'DOR & T. KUBODERA 1993. Recent Advances in Cephalopod Fishery Biology. Tokay University Press, Tokyo.
- PACKARD, A. 1969. Jet propulsion and the giant fibre response in *Loligo*. *Nature*, 211: 875 – 877.
- PEREZ, J.A.A. no prelo. Biomass dynamics of the squid *Loligo plei* and the development of a small-scale seasonal fishery off Southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*.
- PEREZ, J.A.A. & R.K. O'DOR 1998. The impact of environmental gradients on the early life inshore migration of the short-finned squid *Illex illecebrosus*. *In*: A.I.L. PYNE; M.R. LIPINSKI; M.R. CLARKE & M.A.C. ROELEVELD (Eds.). Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution. *South African Journal of Marine Science*, 20: 293 – 303.
- PEREZ, J.A.A. & P.R. PEZZUTO 1998. Valuable shellfish species in the by-catch of shrimp fisheries in Southern Brazil: spatial and temporal patterns. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 17, N° 1, 303-309.

- PEREZ, J.A.A., R.S. MARTINS & J.R. BURATTO 1999. Estrutura e dinâmica da pesca artesanal de lulas (Mollusca: Cephalopoda) em Santa Catarina. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, Olinda, pp. 954 – 967.
- PEREZ, J.A.A.; D.C. AGUIAR & U.C. OLIVEIRA 2001. Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in Southern Brazilian waters. *Fisheries Research*, 58 (3): 267 – 279.
- PEREZ, J.A.A.; C.A.F. SCHETTINI; J.R. BURATTO & M.J. MACHADO 1997. A pesca de lulas (Mollusca: Cephalopoda) na Ilha do Arvoredo (SC): características e relações ecológicas. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 1: 9 – 21.
- PIERCE, G.L.; L.C. HASTIE; P.R. BOYLE; P.R. MUCKLOW & A. LINNAE 1993. Diets of the squid *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris* in the Northeast Atlantic. *ICES Council Meeting Papers*, CM 1993/K: 32.
- PIERCE, G.L.; P.R. BOYLE; L.C. HASTIE & M. BEGOÑA SANTOS 1994. Diets of squid *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris* in the Northeast Atlantic In: P.R. BOYLE & G.J. PIERCE (Eds.) Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. *Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21: 149 – 163.
- PORTEIRO, F.M. 1994. The present status of the squid fishery (*Loligo forbesi*) in the Azores Archipelago. In: P.R. BOYLE & G.J. PIERCE (Eds.) Fishery Biology of Northeast Atlantic Squid. *Fisheries Research Special Issue*. Vol. 21, pp. 243 – 253.
- PORTEIRO, F.M.; H.R. MARTINS & R.T. HANLON 1990 Some observations on the behaviour of adult squids, *Loligo forbesi*, in captivity. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 70, pp. 459 – 472.

- PORTEIRO, F.M.; J.M. GONÇALVES; F. CARDIGOS, P. MARTINS & H.R. MARTINS 1995. The Azorean squid *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in captivity: feeding and growth. *ICES Council Meeting Papers*, CM 1995/K: 41, 12p.
- ROBERTS, M.J.; P. RODHOUSE; R.K. O'DOR & Y. SAKURAI 1998. A global perspective of environmental research in squid. *ICES Council Meeting Papers*, CM 1998/M: 27, 20p.
- ROCHA, F.; B.G. CASTRO; M.S. GIL & A. GUERRA 1994. The diets of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Northwestern Spain Atlantic waters. *Sarsia*, 79: 119 – 126.
- RODHOUSE, P.G. & C.M. NIGMATULLIN 1996. Role as consumers. *In*: M. R. CLARKE. (Ed.). The role of cephalopods in the world's oceans. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, 351: 1003 –1022.
- ROPER, C.E.F. & R.E. YOUNG 1975. Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 209: 51p.
- SANTOS, R.A. 2000. Cefalópodes nas relações tróficas do sul do Brasil. Tese de Doutorado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 60p + Anexos.
- SANTOS, R.A. & HAIMOVICI 1997. Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Southern Brazil. *Fisheries Research*, 33: 139 – 147.
- SANTOS, R.A. & HAIMOVICI 1998. Trophic relationships of the long-finned squid *Loligo sanpaulensis* on the Southern Brazilian shelf. *South African Journal of Marine Science*, 20: 81 – 92.

- SANTOS, R.C. & M. RODRIGUES–RIBEIRO 2000. Demanda de iscas vivas para a frota atuneira catarinense na safra de 1998/99: CPUE, composição e distribuição das capturas. *Notas Técnicas da FACIMAR*, Vol.4: 97 – 101.
- SAUER, W.H.H. & M.R. LIPINSKI 1991. Food of squid *Loligo vulgaris reynaudii* (Cephalopoda: Loliginidae) on their spawning grounds off the Eastern Cape, South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 10: 193 – 201.
- SQUIRES, H.J. & J.H. BARRÁGAN 1979. *Lolliguncula panamensis* (Cephalopoda: Loliginidae) from the Pacific coast of Colombia. *Veliger*, 222: 67 – 74.
- SUMMERS, W.C. 1983. *Loligo pealei*. In: P.R. BOYLE (Ed.). Cephalopod Life Cycles. Volume I. Species Accounts. Academic Press, London. pp. 115 – 142.
- WELLS, M.J. & A. CLARKE 1996. Energetics: the costs of living and reproducing for an individual cephalopod. In: M. CLARKE. (Ed.). The role of cephalopods in the world's oceans. *Phil. Trans. Royal Soc. London*, 351: 1083 – 1104.
- WHITAKER, J.D. 1978. A contribution to the biology of *Loligo pealei* and *Loligo plei* (Cephalopoda, Myopsida) off the Southeastern coast of the United States. MSc. Dissertation. Graduate Faculty of the College of Charleston, Charleston, USA, 164p.
- WORMS, J. 1983. *Loligo vulgaris*. In: P.R. BOYLE (Ed.). Cephalopod Life Cycles. Volume I. Species Accounts. Academic Press, London. pp. 143 – 158.
- VOSS, G.L. 1973. Cephalopod resources of the world. *FAO Fisheries Circular*, 149: 75p.
- VOVK, A.N. 1983. Food relations of the long-finned squid *Loligo pealei* Leseur, in the Northwest Atlantic and its position in the ecosystem. *NAFO Scientific Council Studies*, 8: 33 – 38.

ZAR, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 3rd ed., 662p.

Tabela 1. Escala de maturidade de 4 estágios proposta por PEREZ *et al.* (2001) para machos e fêmeas de *Loligo plei*.

Estágios	Machos	Fêmeas
(I) Imaturos	Gônada apenas diferenciada	Gônada apenas diferenciada
(II) Em maturação	Testículos desenvolvidos, presença de esperma no ducto seminal, sem espermátóforos no saco espermatófórico	Ovário, oviduto e glândulas acessórias desenvolvidas. Sem ovócitos no interior do oviduto.
(III) Maduros	Testículos e órgãos espermatófóricos desenvolvidos, poucos a muitos espermátóforos no saco espermatófórico	Ovário, oviduto e glândulas acessórias muito desenvolvidas. Ovócitos visíveis no interior do oviduto.
(IV) Desovados	Testículos e órgãos espermatófóricos com sinais de exaustão. Saco espermatófórico vazio ou com poucos espermátóforos.	Glândulas acessórias com sinais de exaustão. Ovidutos desenvolvidos, porém exauridos ou com poucos ovócitos.

Tabela 2. Peixes e outros organismos capturados com redes de sarico e atração luminosa na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. *n* = número de indivíduos capturados, DP = desvio padrão, CT = comprimento total (peixes, mm), CM = comprimento do manto (lulas, mm), CP = comprimento da carapaça (siris, mm).

Osteichthyes				
Espécie	Família	Nome popular	<i>n</i>	CT (média ± DP; amplitude)
<i>Mugil curema</i>	Mugilidae	Tainhota, parati	18	26 ± 3,5; 22 – 33
<i>Anchoa lyolepis</i>	Engraulidae	Boqueirão, manjuba	20	49 ± 8,7; 40 – 71
<i>Anchoa tricolor</i>	Engraulidae	Boqueirão, manjuba	20	44 ± 4,1; 41 – 58
<i>Sardinella brasiliensis</i>	Clupeidae	Sardinha-verdadeira	7	76 ± 16,9; 50 – 95
<i>Harengula clupeola</i>	Clupeidae	Sardinha-cascuda	7	71 ± 21,4; 50 – 112
<i>Dactylopterus volitans</i>	Dactylopteridae	Coió, voador	2	67 ± 10,6; 59 – 74
<i>Trachinotus marginatus</i>	Carangidae	Pampo	1	100
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Hemiramphidae	Agulha	1	
<i>Mullus argentinae</i>	Mullidae	Trilha	1	
<i>Stephanolepis hispidus</i>	Monacanthidae	Peixe-porco	1	
<i>Synodus foetens</i>	Synodontidae	Peixe-lagarto	1	
Cephalopoda				
Espécie	Família	Nome popular	<i>n</i>	CM (média, ± DP, amplitude)
<i>Lolliguncula cf. brevis</i>	Loliginidae	Lula	224	34 ± 6,8; 19 – 66
<i>Loligo sanpaulensis</i>	Loliginidae	Lula	230	57 ± 23,8; 17 – 101
<i>Loligo plei</i>	Loliginidae	Lula	123	96 ± 54,6; 20 – 236
Crustacea				
Espécie	Família	Nome popular	<i>n</i>	CP (média, ± DP, amplitude)
<i>Callinectes sapidus</i> (juvenis)	Portunidae	Siri, siri-azul	4	6 ± 1,2; 5 – 7
Larvas megalopa de decapoda				
Polychaeta				
Espécie	Família			
Nereididae sp. A	Nereididae			
Nereididae sp. B (<i>Nicon</i> sp.?)	Nereididae			
<i>Gymnonereis crosslandi</i>	Nereididae			
<i>Phylo cf. felix</i>	Orbiniidae			

Tabela 3. Número de ocorrências (*n*), percentagem da frequência de ocorrência (%*FO*) das presas encontradas em 247 estômagos com conteúdo de *Loligo plei* (20 a 358 mm de comprimento de manto).

Tipo de Presa	<i>n</i>	% <i>FO</i>	Amplitude de Comprimentos (mm)
Osteichthyes	186	75,3	
<i>Anchoa lyolepis</i>	8	3,2	29 – 51
<i>Anchoa tricolor</i>	3	1,2	45 – 73
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	4	1,6	38 – 45
<i>Pellona harroweri</i>	2	0,8	
<i>Dactylopterus volitans</i>	2	0,8	
<i>Trichiurus lepturus</i>	1	0,4	345
Não-identificados	11	4,5	
Crustacea	117	47,4	
Decapoda (Zoea, Mysis e Megalopae)	108	43,4	
Anphipoda	13	5,3	
<i>Callinectes</i> sp.	9	3,6	
Não-identificado	1	0,4	
Cephalopoda (Loliginidae)	13	5,3	
<i>Loligo plei</i>	2	0,8	29 – 75
<i>Loligo sanpaulensis</i>	1	0,4	25
Polychaeta (Nereididae)	41	16,6	
<i>Platynereis</i> sp.	1	0,4	
<i>Pseudonereis</i> sp.	1	0,4	
Nereididae sp. A	5	2,0	
Nereididae sp. C	1	0,4	
Material Digerido	30	12,1	

Tabela 4. Frequência de mistura itens alimentares identificados nos estômagos de 247 exemplares de *Loligo plei* capturados nos verões de 1999, 2000 e 2001 no entorno da Ilha de Santa Catarina.

Sexo	1 item	2 itens	3 itens	4 itens	Total
Fêmeas	63	51	14	0	128
Machos	64	40	6	1	111
Indeterminados	3	4	1	0	8
Total	130	95	21	1	247

Tabela 5 Comparação dos tipos e número de itens alimentares entre machos e fêmeas de *Loligo plei*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.

	Machos	Fêmeas	Total	χ^2	Prob.
Peixes	85	93	178		
Crustáceos	47	66	113		
Lulas	5	8	13		
Poliquetas	17	24	41		
Mat. Digerido	12	16	28		
Total Presas	166	207	373	1,52	0,846
1 Item	64	63	127		
2 Itens	40	51	91		
3 Itens	6	14	20		
4 Itens	1	0	1		
Total Itens	111	128	239	6,78	0,083

Tabela 6. Comparação da proporção de estômagos cheios entre machos e fêmeas de *Loligo plei*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. ± D.P.	Prob ²
Machos	111	162	273			0,010 ± 0,010	
Fêmeas	128	158	286			0,013 ± 0,024	
Total	239	320	559	0,96	0,328	0,012 ± 0,019	0,122

Tabela 7. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* entre o dia e a noite. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney .

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. ± D.P.	Prob ²
Dia	60	96	156			0,012 ± 0,011	
Noite	151	229	380			0,012 ± 0,022	
Total	211	335	546	0,08	0,783	0,012 ± 0,019	0,451

Tabela 8. Comparação dos tipos de itens alimentares de *Loligo plei* entre o dia e a noite. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.

	Dia	Noite	Total	χ^2	Prob.
Peixes	48	123	171		
Crustáceos	26	85	111		
Lulas	5	8	13		
Poliquetas	9	29	38		
Mat. Digerido	8	19	27		
Total Presas	96	264	360	1,99	0,738

Tabela 9. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação ao regime oceanográfico na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskal-Wallis. AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura da AP com a Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura da AP com a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. ± D.P.	Prob ²
AP	30	47	77			0,010 ± 0,010	
AP/AC	15	31	46			0,008 ± 0,006	
AP/ACAS	159	190	349			0,013 ± 0,022	
ACAS	21	6	27			0,009 ± 0,007	
Total	225	274	499	15,75	0,045	0,012 ± 0,019	0,768

Tabela 10. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação à ontogenia. CM = Comprimento do Manto (mm), χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskal-Wallis. - : sem dados.

CM	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. ± D.P.	Prob ²
20	1	1	2			-	
70	15	32	47			0,009 ± 0,010	
120	27	15	42			0,012 ± 0,009	
170	110	149	259			0,012 ± 0,013	
220	44	73	117			0,010 ± 0,008	
270	29	47	76			0,015 ± 0,043	
320	17	31	48			0,012 ± 0,015	
370	4	3	6			0,009 ± 0,008	
Total	247	350	597	14,31	0,046	0,012 ± 0,019	0,549

Tabela 11. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo plei* em relação ao maturidade sexual. Imaturos: estágios I (imaturos) e II (em maturação); Maduros: estágios III (maduros) e IV (desovados), segundo a escala apresentada em PEREZ *et al.* (2001). χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. \pm D.P.	Prob ²
Imaturos	42	75	117			0,009 \pm 0,009	
Maduros	205	276	481			0,012 \pm 0,020	
Total	247	351	598	1,75	0,185	0,012 \pm 0,019	0,825

Tabela 12. Número de ocorrências (*n*), percentagem da frequência de ocorrência (%FO) das presas encontradas em 94 estômagos com conteúdo de *Loligo sanpaulensis* (26 a 116 mm de comprimento de manto).

Tipo de Presa	<i>n</i>	%FO	Amplitude de Comprimentos (mm)
Osteichthyes	85	90,4	
<i>Anchoa lyolepis</i>	1	1,1	
Não-identificados	4	4,3	
Crustacea	23	24,5	
Decapoda (Zoea, Mysis e Megalopae)	23	24,5	
Anphipoda	5	5,3	
Cephalopoda	5	5,3	
<i>Loligo plei</i>	1	1,1	99
<i>Loligo sanpaulensis</i>	2	2,1	37
Loliginidae	1	1,1	
Ovos de polvo (<i>Octopus</i> sp.)	1	1,1	
Polychaeta	1	1,1	
Nereididae	1	1,1	
Material Digerido	6	6,4	

Tabela 13. Frequência de mistura itens alimentares identificados nos estômagos de 94 exemplares de *Loligo sanpaulensis* capturados nos verões de 1999, 2000 e 2001 no entorno da Ilha de Santa Catarina.

Sexo	1 item	2 itens	3 itens	Total
Fêmeas	51	14	1	66
Machos	13	7	0	20
Indeterminados	6	2	0	8
Total	70	23	1	94

Tabela 14. Comparação da proporção de estômagos cheios entre machos e fêmeas de *Loligo sanpaulensis*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. \pm D.P.	Prob ²
Machos	20	60	80			0,015 \pm 0,050	
Fêmeas	66	83	149			0,011 \pm 0,010	
Total	86	143	229	8,26	0,004	0,014 \pm 0,044	0,610

Tabela 15. Comparação do consumo de peixes e crustáceos entre machos e fêmeas de *L. sanpaulensis*. χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.

	Machos	Fêmeas	Total	χ^2	Prob.
Peixes	14	65	79		
Crustáceos	8	14	22		
Total Presas	22	79	101	3,51	0,061

Tabela 16. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo sanpaulensis* em relação à maturidade sexual. Imaturos: estágios I (imaturos) e II (em maturação); Maduros: estágios III (maduros) e IV (desovados), segundo a escala apresentada em PEREZ *et al.* (2001). χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Mann-Whitney.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. \pm D.P.	Prob ²
Imaturos	36	102	138			0,023 \pm 0,072	
Maduros	58	70	128			0,009 \pm 0,008	
Total	94	172	266	10,74	0,001	0,014 \pm 0,044	0,830

Tabela 17. Comparação do consumo de peixes e crustáceos em relação à ontogenia na dieta de *Loligo sanpaulensis* em relação, tendo como H₀ a igualdade de proporções no consumo desses itens em todas as classes de CM. CM = Comprimento do Manto (mm), χ^2 = Qui-quadrado calculado, Prob. = Probabilidade do teste de Qui-quadrado.

CM	Peixes	χ^2	Prob.	Crustáceos	χ^2	Prob.
40	10			5		
60	10			4		
80	31			6		
100	31			5		
120	3			3		
Total	85	40,35	<0,0001	23	1,13	0,889

Tabela 18. Comparação da proporção de estômagos cheios de *Loligo sanpaulensis* em relação ao regime oceanográfico na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. χ^2 = Qui-quadrado calculado, I.A. = Índice de Atividade Alimentar Médio, D.P. = Desvio Padrão, Prob¹ = Probabilidade do teste de Qui-quadrado, Prob² = Probabilidade do teste de Kruskal-Wallis. AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura da AP com a Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura da AP com a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul.

	Cheios	Vazios	Total	χ^2	Prob ¹	I.A. \pm D.P.	Prob ²
AP/AC	74	119	193			0,008 \pm 0,008	
AP/ACAS	13	23	36			0,052 \pm 0,123	
ACAS	6	10	16			0,008 \pm 0,008	
Total	93	152	245	0,07	0,125	0,012 \pm 0,019	0,312

Tabela 19. Número de ocorrências (*n*), percentagem de ocorrência (%FO) das presas encontradas em 10 estômagos com conteúdo de *Lolliguncula cf. brevis* (25 a 53 mm de comprimento de manto).

Tipo de Presa	<i>n</i>	%FO
Osteichthyes	9	90,0
Crustacea	2	20,0
Decapoda (Zoea, Mysis e Megalopa)	2	20,0
Material Digerido	1	10,0

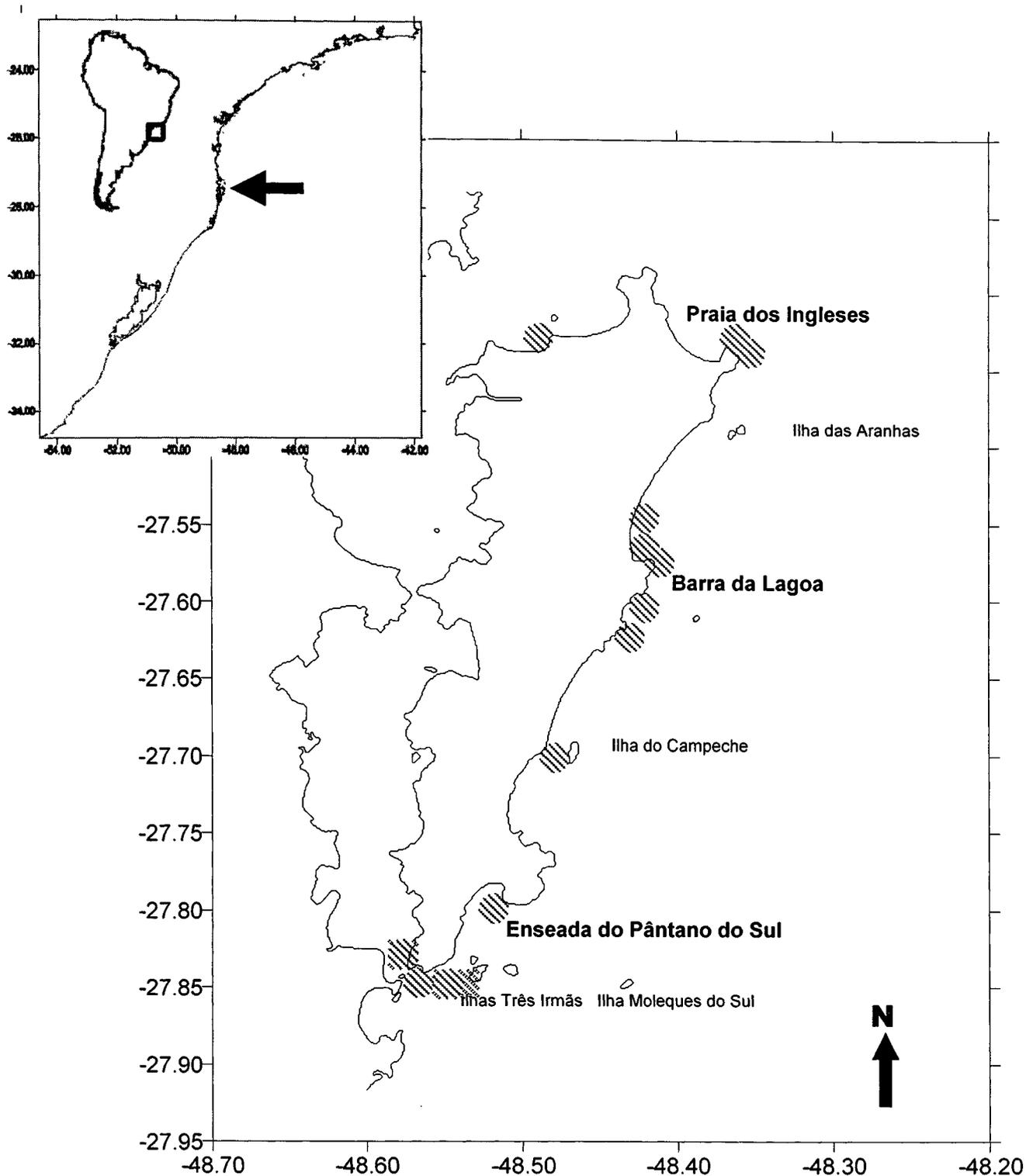


Figura 1. Área de estudo (Ilha de Santa Catarina), incluindo as três localidades onde ocorre a pesca artesanal da lula (Praia dos Ingleses, Barra da Lagoa e Enseada do Pântano do Sul) e as áreas de coleta de isca viva utilizadas pela frota catarinense de vara e isca viva na safra de 1998/99, segundo SANTOS & RODRIGUES-RIBEIRO (2000).

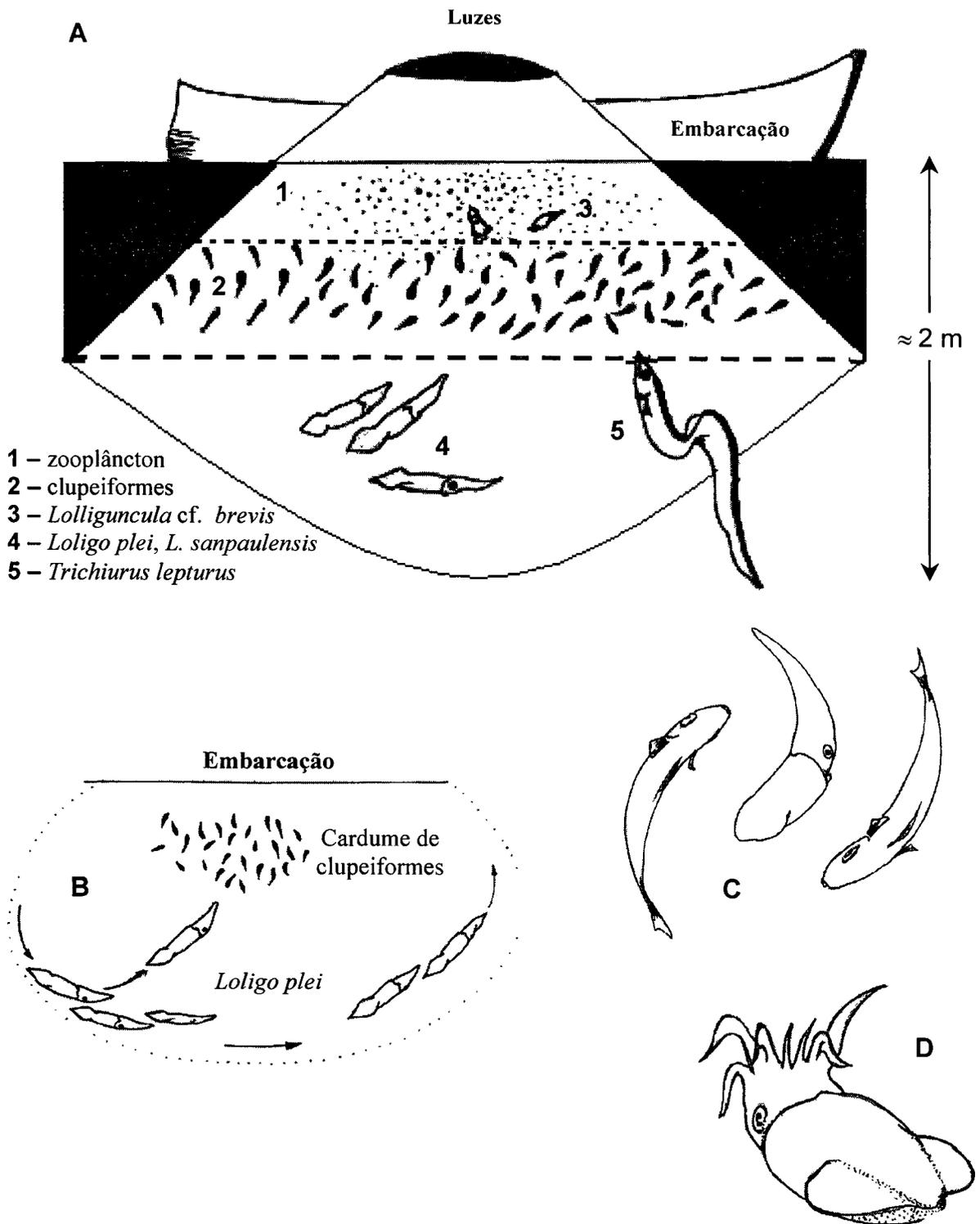


Figura 2. Comunidades pelágicas atraídas pelas luzes da embarcação nas coletas na Enseada do Pântano do Sul nos verões de 1999, 2000 e 2001. **A)** Esquema geral do comportamento dos organismos; **B)** Comportamento de predação de *Loligo plei*; **C)** Possível comportamento de predação de *Lolliguncula cf. brevis* sobre os cardumes de pequenos pelágicos através de mimetismo; **D)** Postura *Flamboyant* (deimática) de *Lolliguncula cf. brevis*. (Desenhos de J.A.A. PEREZ).

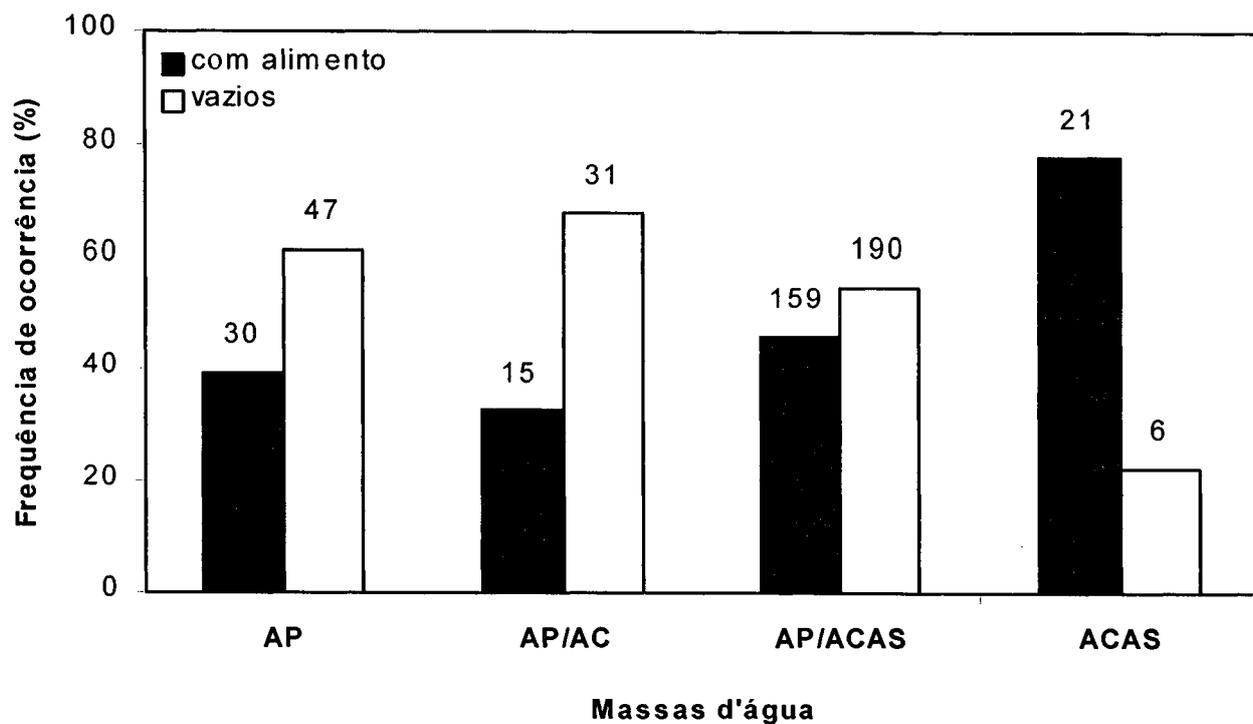


Figura 3. Frequência de estômagos com alimento (GR 1 a 5) e vazios (GR 0) dos exemplares de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP = Água de Plataforma, AP/AC = mistura de AP com Água Costeira (AC), AP/ACAS = mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. Os números acima das colunas indicam o número de exemplares analisados.

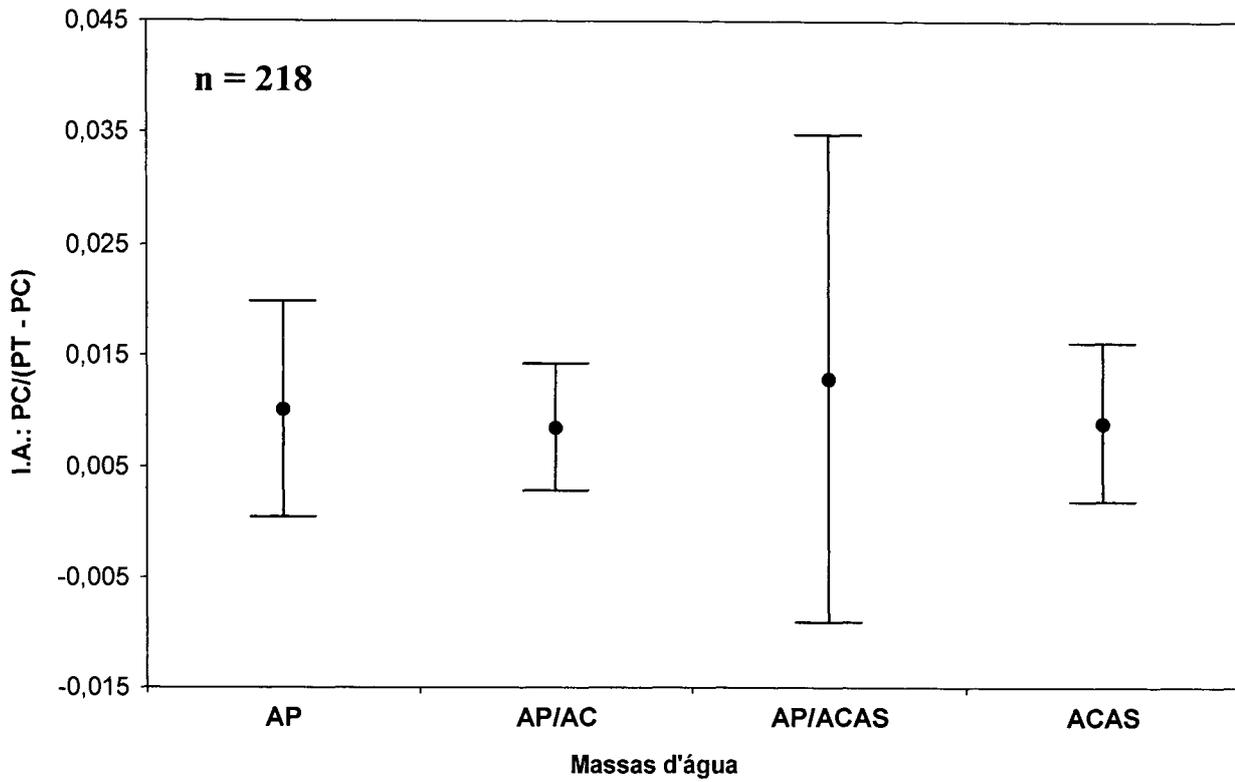


Figura 4. Índices de intensidade de alimentação médios (I.A.) de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. As barras verticais representam os desvios padrão. n = número de observações.

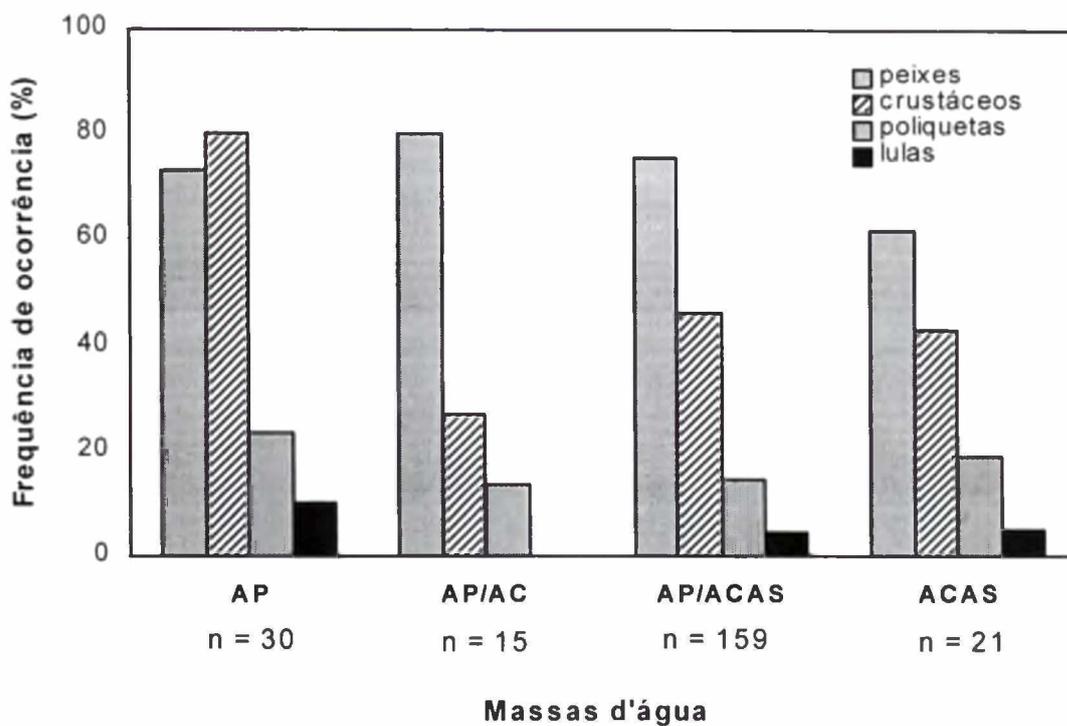


Figura 5. Proporções dos itens alimentares de *Loligo plei* em quatro tipos de situações oceanográficas, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. n = número de indivíduos analisados.

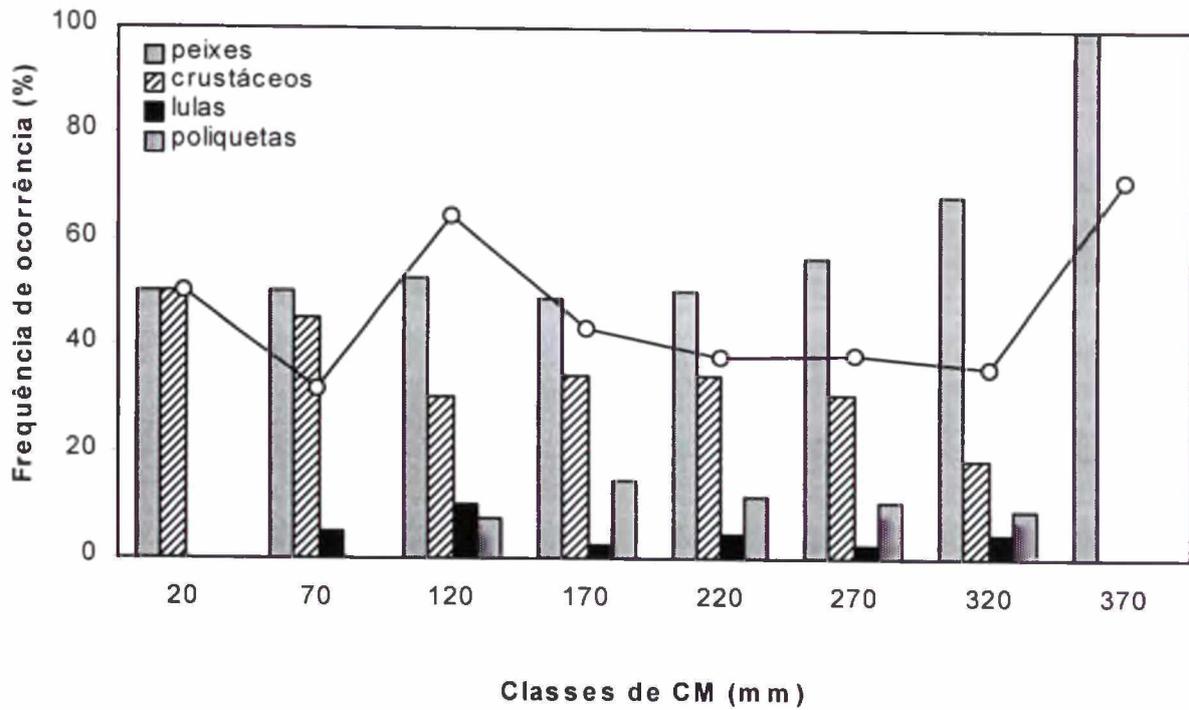


Figura 6. Frequência relativa de ocorrência de peixes, crustáceos, poliquetas e lulas em diferentes classes de comprimento de manto de *Loligo plei* (n = 247) no entorno da Ilha de Santa Catarina nos verões de 1999, 2000 e 2001. Também é mostrado a frequência relativa de ocorrência de estômagos cheios (GR 1 a 5) (linha e círculos vazados).

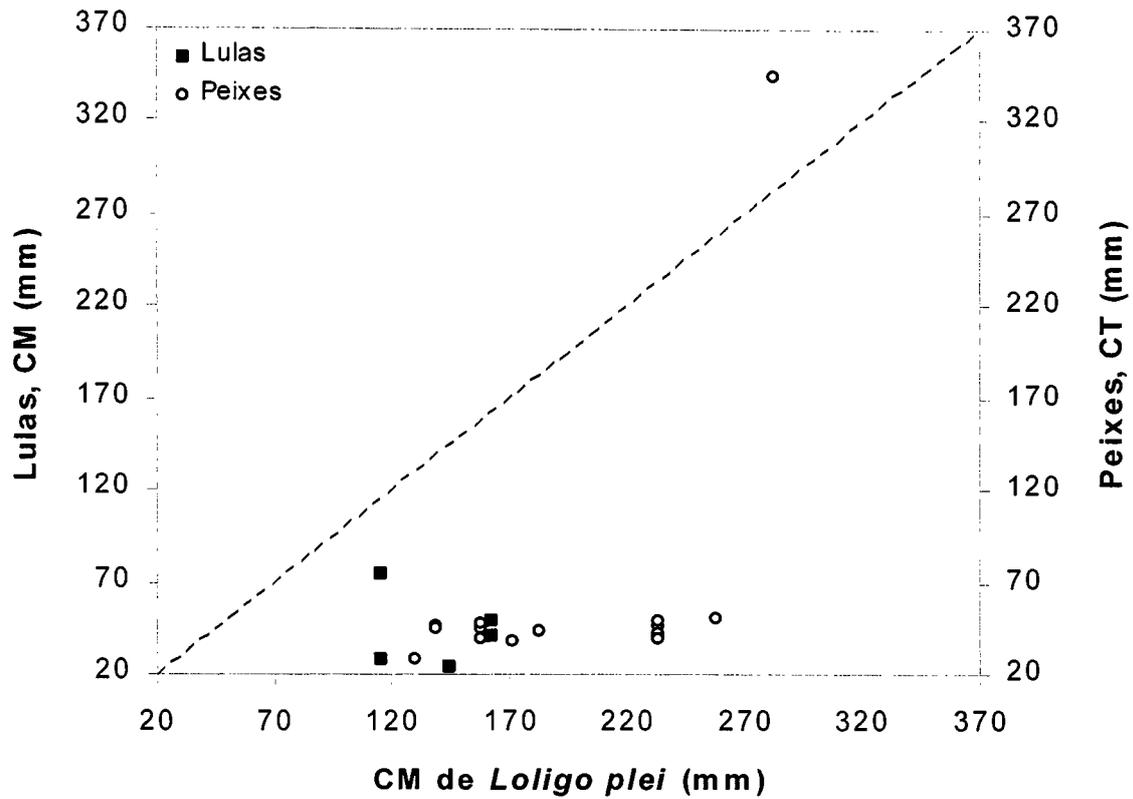


Figura 7. Relações entre o tamanho de *Loligo plei* e o tamanho das presas encontradas nos estômagos. CM, comprimento de manto (lulas). CT, comprimento total (peixes).

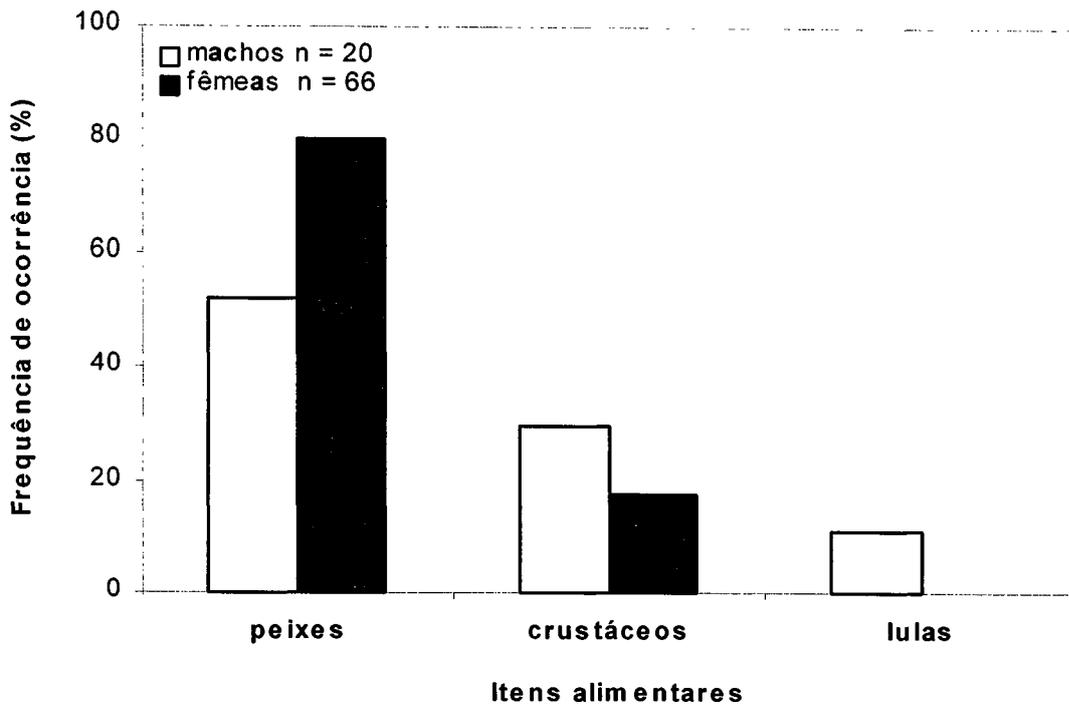


Figura 8. Frequências relativas de itens alimentares nos estômagos de *Loligo sanpaulensis* no entorno da Ilha de Santa Catarina por sexos. n = tamanho da amostra.

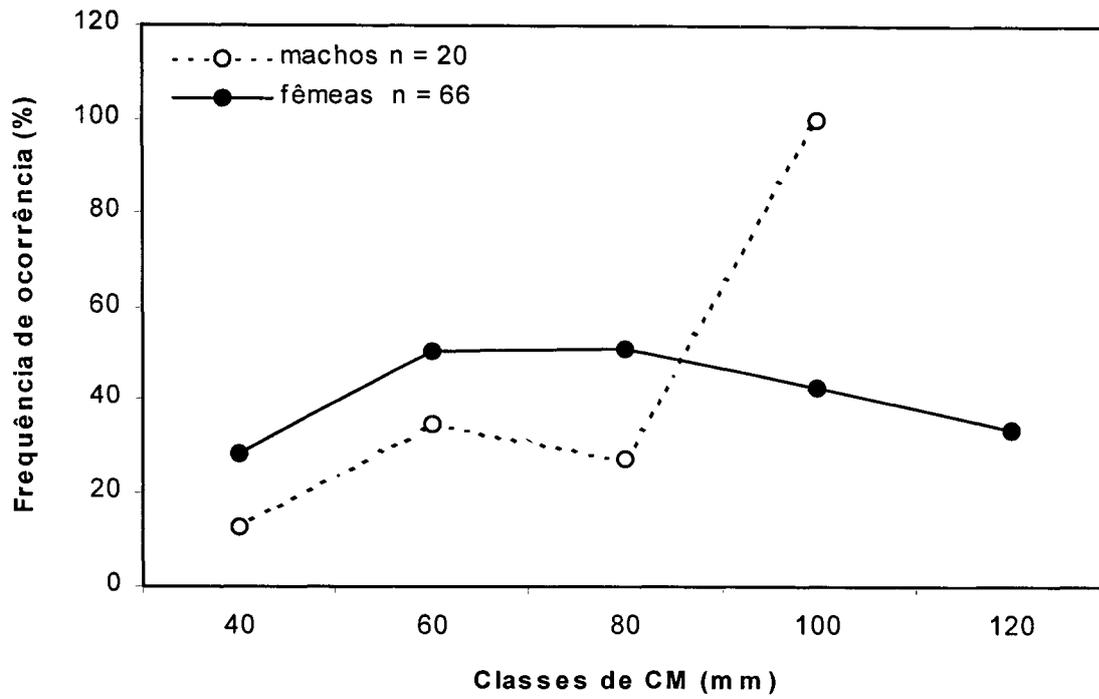


Figura 9. Frequências relativas de estômagos com alimento (GR 1 a 5) por sexos e comprimentos de manto de *Loligo sanpaulensis* amostrados no entorno da Ilha de Santa Catarina. n = tamanho da amostra.

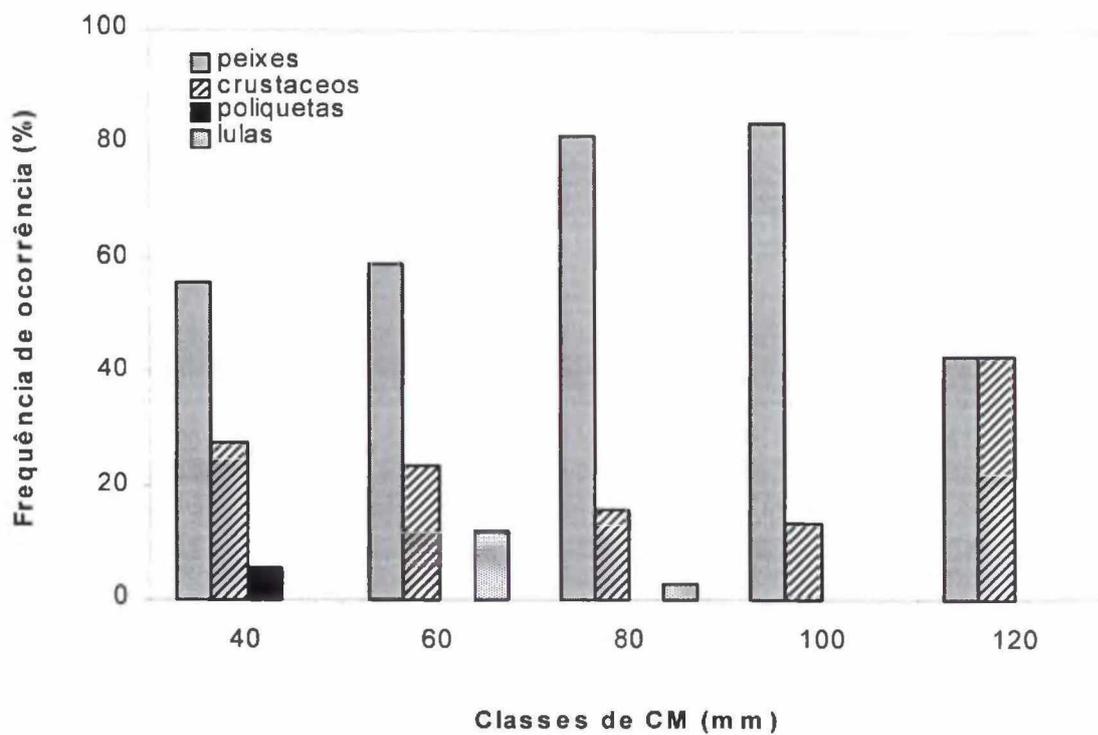
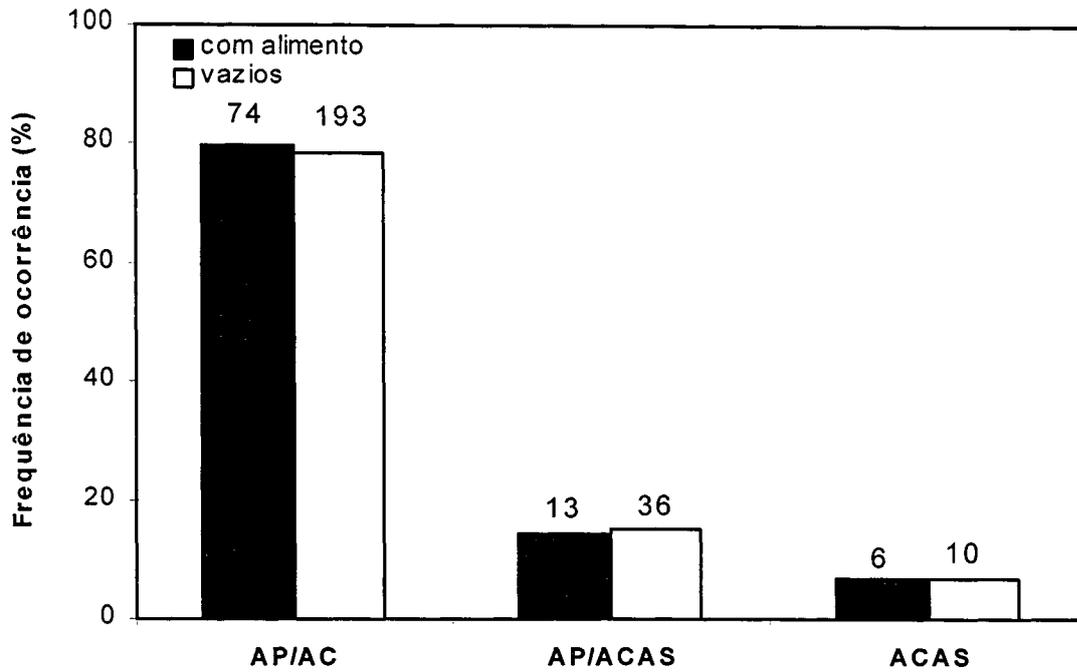


Figura 10. Frequência relativa de ocorrência de peixes, crustáceos, poliquetas e lulas em diferentes classes de comprimento de manto de *Loligo sanpaulensis* (n = 94) no entorno da Ilha de Santa Catarina nos verões de 1999, 2000 e 2001.



Massas d'água

Figura 11. Frequência de estômagos com alimento (GR 1 a 5) e vazios (GR 0) dos exemplares de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situações oceanográficas, a saber: ACAS = Água Central do Atlântico Sul, mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), AP/AC: mistura de Água de Plataforma (AP) com Água Costeira (AC). Os números acima das colunas indicam o número de exemplares analisados.

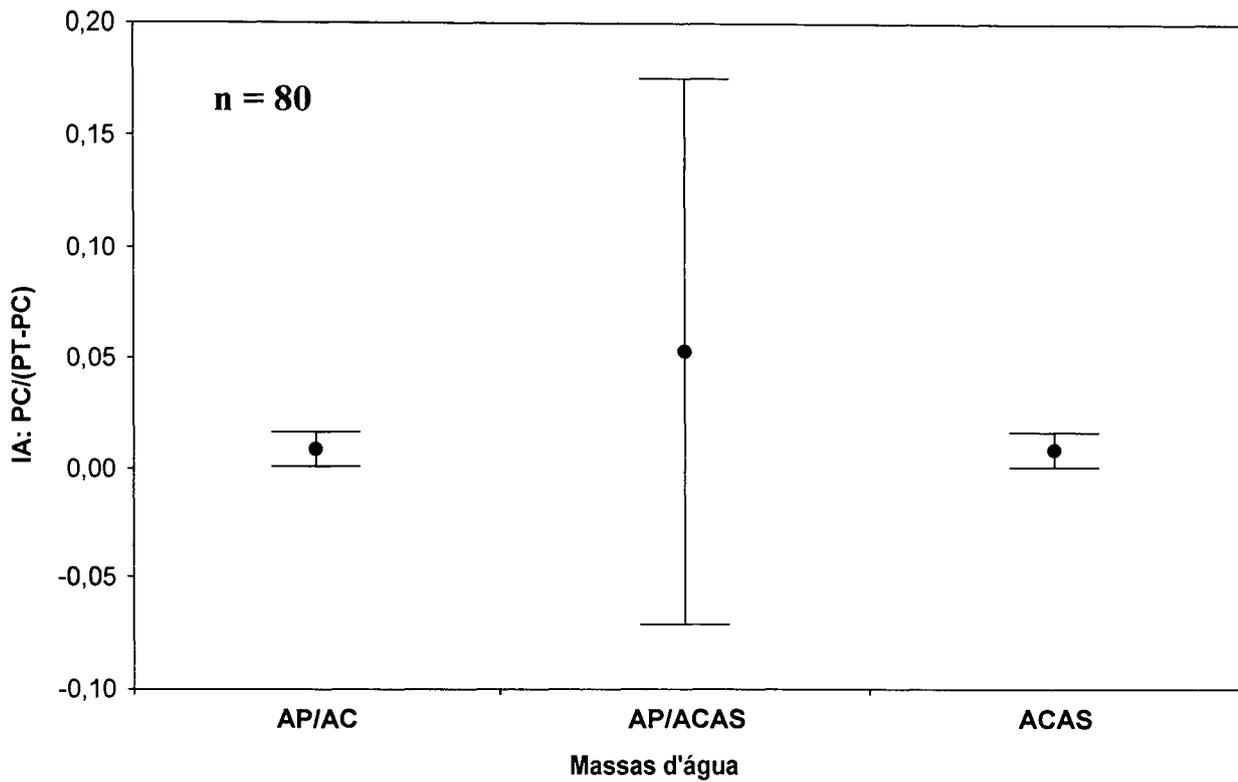


Figura 12. Índices de intensidade de alimentação médios (I.A) de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situações oceanográficas, a saber: ACAS = Água Central do Atlântico Sul, mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), AP/AC: mistura de Água de Plataforma (AP) com Água Costeira (AC). As barras verticais representam os desvios padrão. n = número de observações.

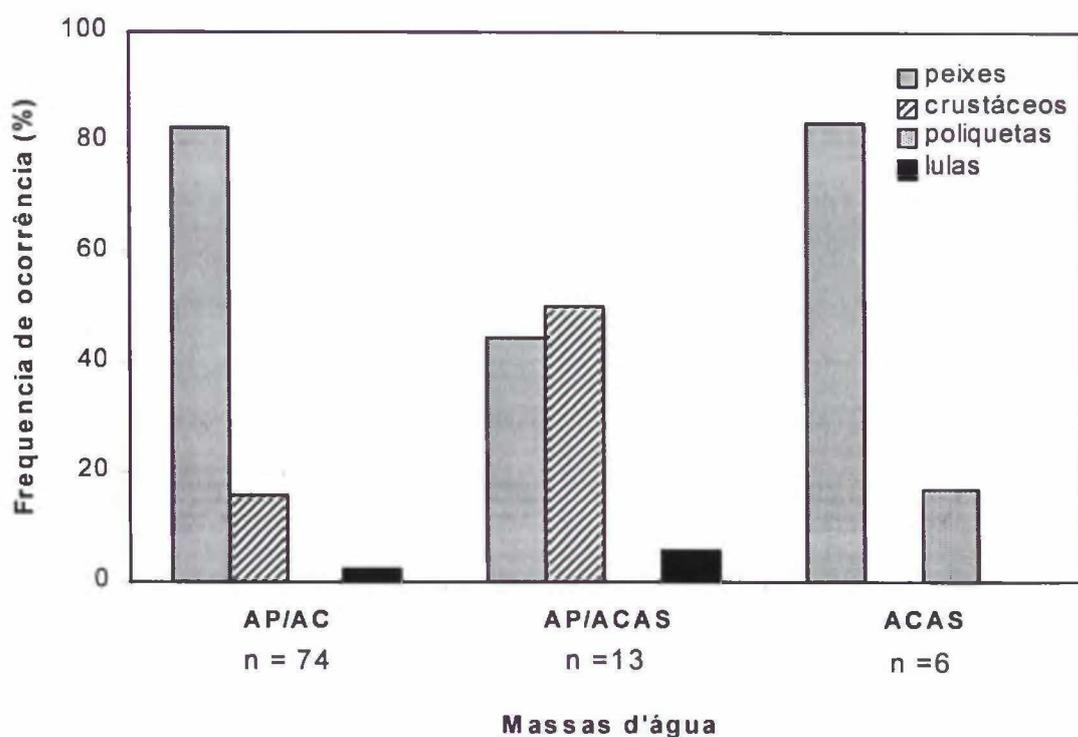


Figura 13. Proporções dos itens alimentares de *Loligo sanpaulensis* em três tipos de situações oceanográficas, a saber: AP: Água de Plataforma, AP/AC: mistura de AP com Água Costeira (AC), mistura de AP com Água Central do Atlântico Sul (ACAS), ACAS = Água Central do Atlântico Sul. n = número de indivíduos analisados. n = número de indivíduos analisados.

9. Conclusões

- ✓ O ambiente oceanográfico estival na Enseada do Pântano do Sul é influenciado pela presença de quatro tipos de massas d'água: a Água Costeira (AC), a Água de Plataforma (AP), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a Água Tropical (AT), sendo que a influência dessa última só pode ser evidenciada pela presença de um cladócero típico (*Penilia avirostris*) nas amostras de plâncton.
- ✓ Foi constatado o fenômeno de ressurgência costeira da ACAS na região nos três verões monitorados, sendo registrado o seu total afloramento em duas ocasiões. A presença da ACAS foi associada aos ventos de quadrante norte, e sua permanência gerou um incremento na produtividade local devido ao injeção de nutrientes que essa massa d'água traz para a zona eufótica da Enseada do Pântano do Sul.
- ✓ O reflexo mais aparente da influência das massas d'água no ecossistema foi evidenciado pela substituição dos taxa planctônicos na fração menor do que 1000 µm: sob influência da ACAS essa fração apresentou-se amplamente dominada pela presença da diatomácea cêntrica *Coscinodiscus wailesii* e, quando não houve influência da ACAS, foi dominada pelo cladócero *Penilia avirostris*.
- ✓ Três espécies de Loliginídeos ocorreram na área de estudo: *Loligo plei*, *L. sanpaulensis* e *Lolliguncula cf. brevis*. Das três, *L. plei* e *L. sanpaulensis* estiveram presentes em todas as situações oceanográficas encontradas. Apesar de associações não terem sido identificadas entre essas três espécies, foram capturadas conjuntamente em algumas ocasiões, principalmente no período noturno e com atração luminosa.
- ✓ Foram registradas paralarvas de Loliginidae e *Loligo plei* na Enseada do Pântano do Sul, sendo as maiores capturas vinculadas à presença da ACAS por toda coluna d'água. A ocorrência de paralarvas de *L. plei* constitui um indício de que alguma atividade reprodutiva da espécie possa ocorrer na área ou em locais próximos.

- ✓ A presença de paralarvas, juvenis e adultos pré-desovantes de *L. plei* na área de estudo sugere que a Enseada do Pântano do Sul possa ser uma área de alimentação e criação da espécie.
- ✓ A presença de *L. plei* na Enseada do Pântano do Sul foi influenciada pela ressurgência cíclica da ACAS, pois a espécie tendeu a se concentrar em situações de estratificação térmica da coluna d'água e elevadas biomassas planctônicas. No entanto, a influência dessas condições ambientais parece ser indireta e dando-se através da cadeia trófica.
- ✓ As maiores concentrações de *L. sanpaulensis* (adultos e juvenis) estiveram associadas à presença da AC. *Lolliguncula* cf. *brevis* esteve presente apenas em situações onde predominou a AP.
- ✓ O estudo da alimentação das três espécies de loliginídeos revelou uma dieta basicamente composta de peixes e crustáceos na área de estudo.
- ✓ *Loligo plei* apresentou uma ampla gama de presas, pelágicas, demersais e bentônicas, o que sugere que a espécie forrageie por toda a coluna d'água.
- ✓ Dentre as presas reconhecidas, peixes foram as presas mais importantes, seguidos de crustáceos planctônicos, enquanto que poliquetas e outras lulas foram presas ocasionais.
- ✓ A proporção de estômagos cheios e a atividade alimentar foram maiores em situações de coluna d'água estratificada, situação típica da mistura da AP com a ACAS.
- ✓ O grau de mistura de itens (principalmente peixes e crustáceos) parece ser resultado da grande mobilidade da espécie, que em seus deslocamentos encontrariam uma grande diversidade de habitats e, conseqüentemente, oportunidades de forrageio.

- ✓ O efeito biológico da ressurgência de verão originada pelo regime de ventos nas áreas costeiras de Santa Catarina produz oportunidades importantes para a estruturação de cadeias tróficas curtas, onde particularmente fazem parte pequenos peixes pelágicos e crustáceos planctônicos que formam concentrações localizadas.
- ✓ É notável a associação de *L. plei* com essas concentrações, o que sugere que a presença da espécie em abundância e a própria pesca artesanal que se desencadeia sazonalmente em função dessa presença, tem uma forte relação com o fenômeno de ressurgência da ACAS e sua variabilidade temporal e espacial em zonas costeiras.
- ✓ Da mesma forma, hipotetiza-se que a disponibilidade de alimento localizada no espaço-tempo, associada também a maior diversidade de habitats em zonas rasas sejam os principais atrativos para concentrações de *L. plei* junto à costa, em condições ambientais diferentes daquelas concentrações de plataforma onde se conduz a pesca industrial dirigida sazonalmente a essa espécie.
- ✓ A alimentação *Loligo sanpaulensis* parece ser bastante similar a da espécie congênica *L. plei* e possivelmente ambas espécies respondam de maneira similar à disponibilidade de presas bem como ao incremento na produtividade devido à influência da ACAS.

**Anexo I - Condições Ambientais na Enseada do Pântano do Sul nos Verões de 1999,
2000 e 2001**

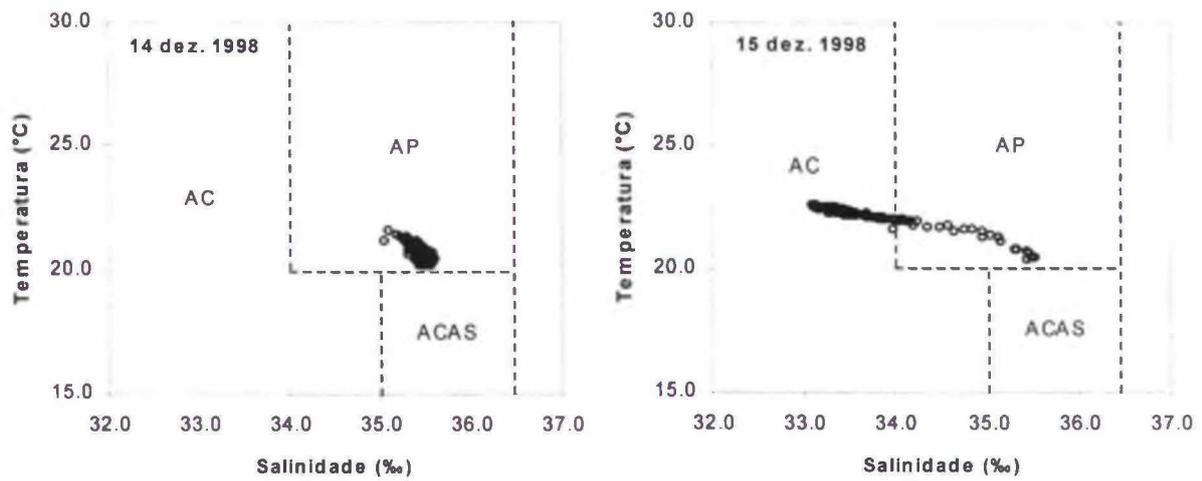


Figura 1. Diagramas TS da primeira campanha do verão de 1999 (dias 14 e 15 de dezembro de 1998).

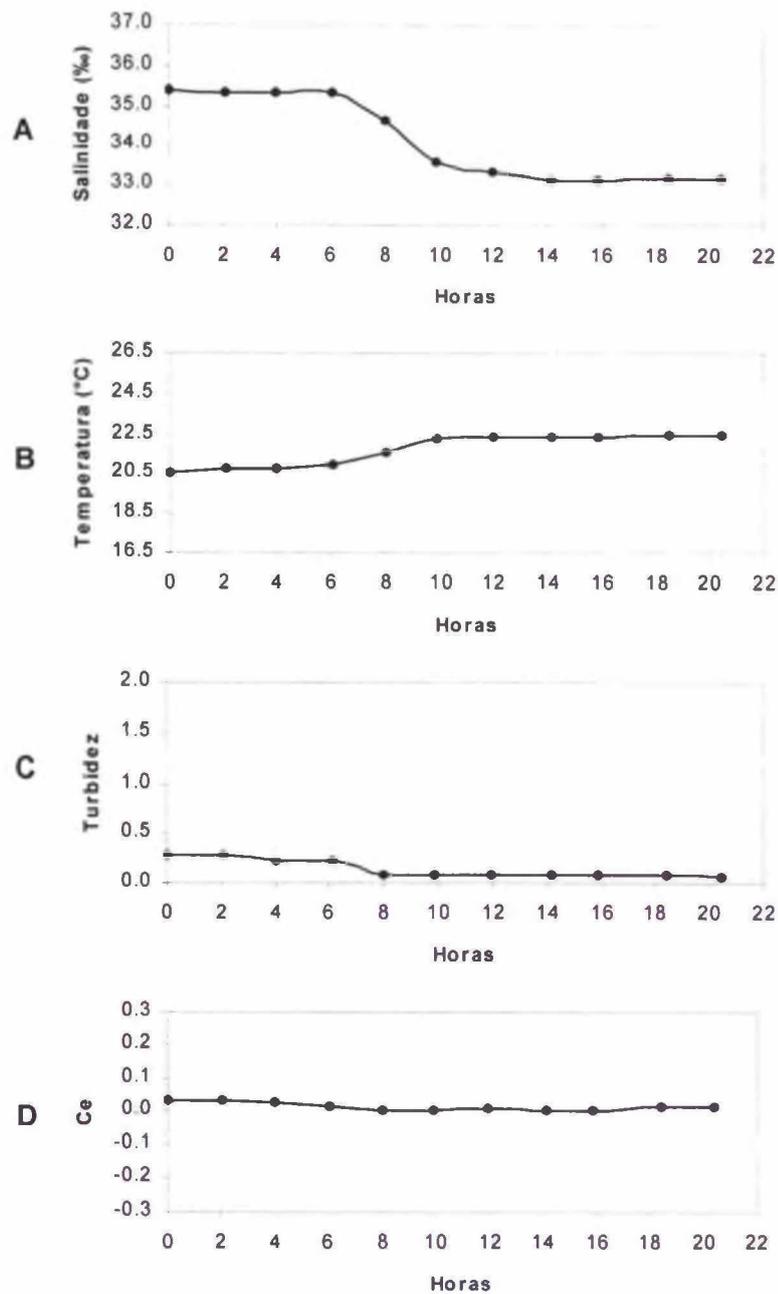


Figura 2. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 14 e 15 de dezembro de 1998. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 17:20 horas do dia 14 de dezembro de 1998.

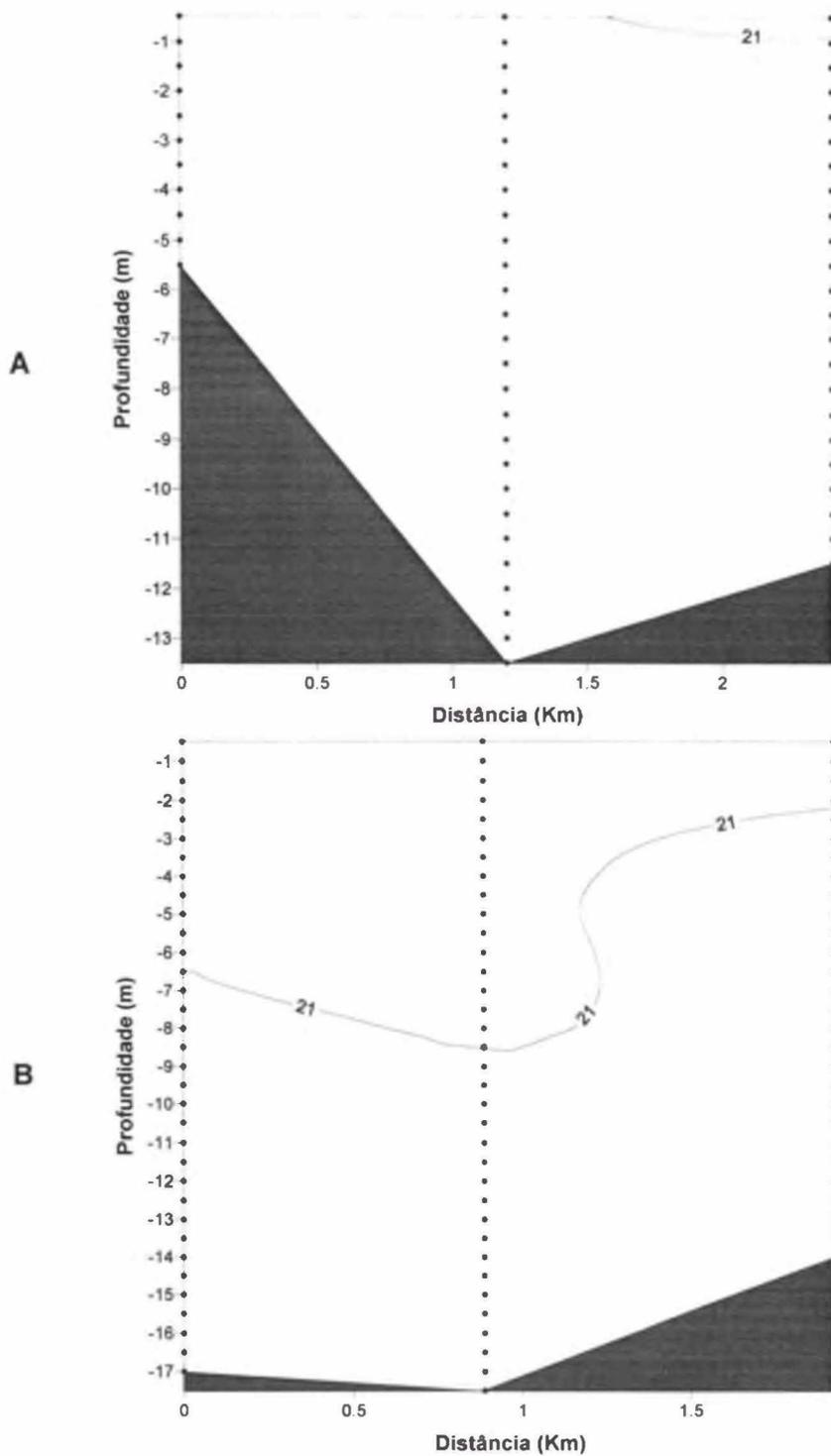


Figura 3. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 14 de dezembro de 1998. (A) perfil interno (entre 5,5 e 11,5 m), (B) perfil externo (entre 14 e 17,5 m).

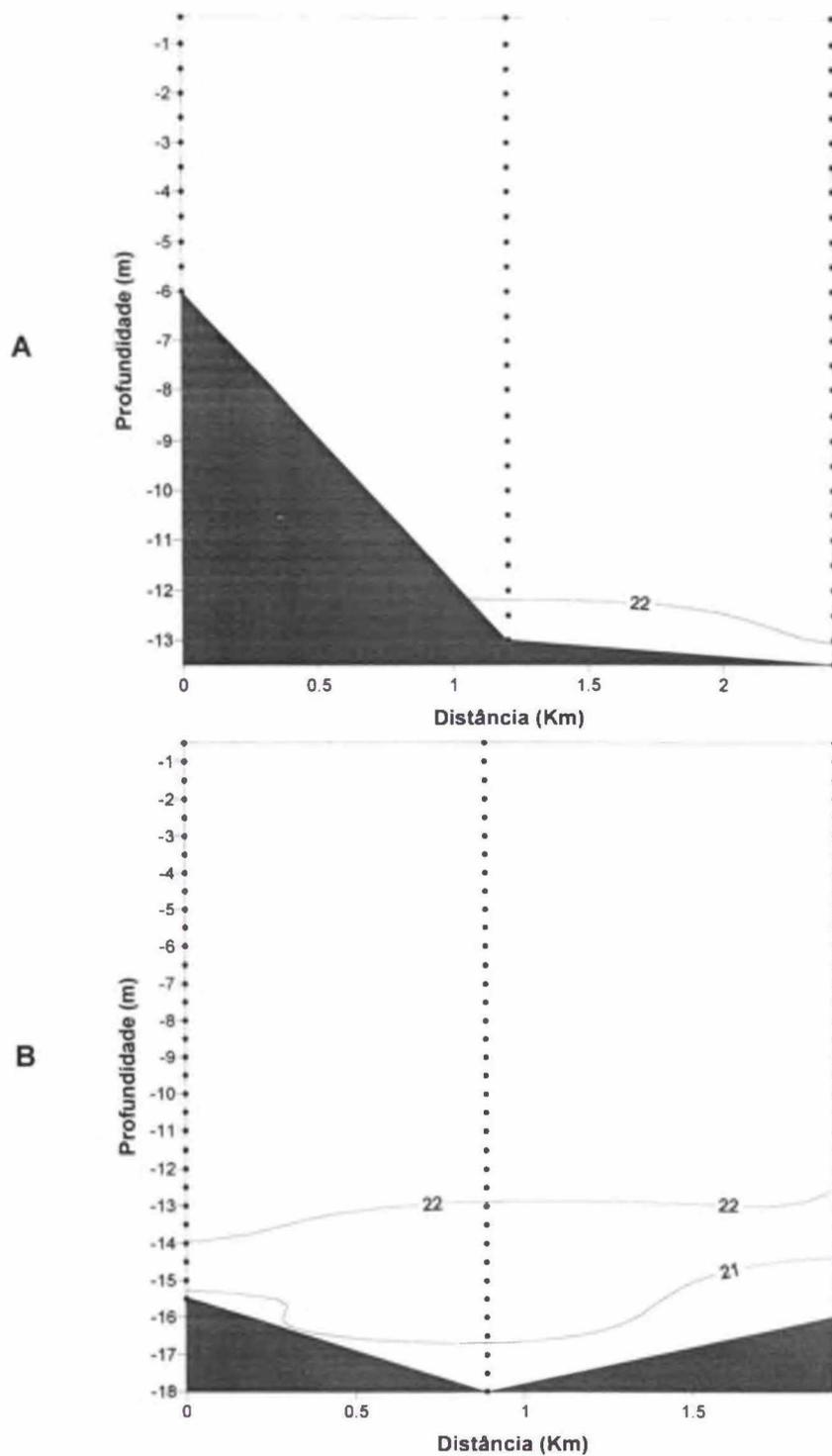


Figura 4. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 15 de dezembro de 1998: (A) perfil interno (entre 6 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 18 m).

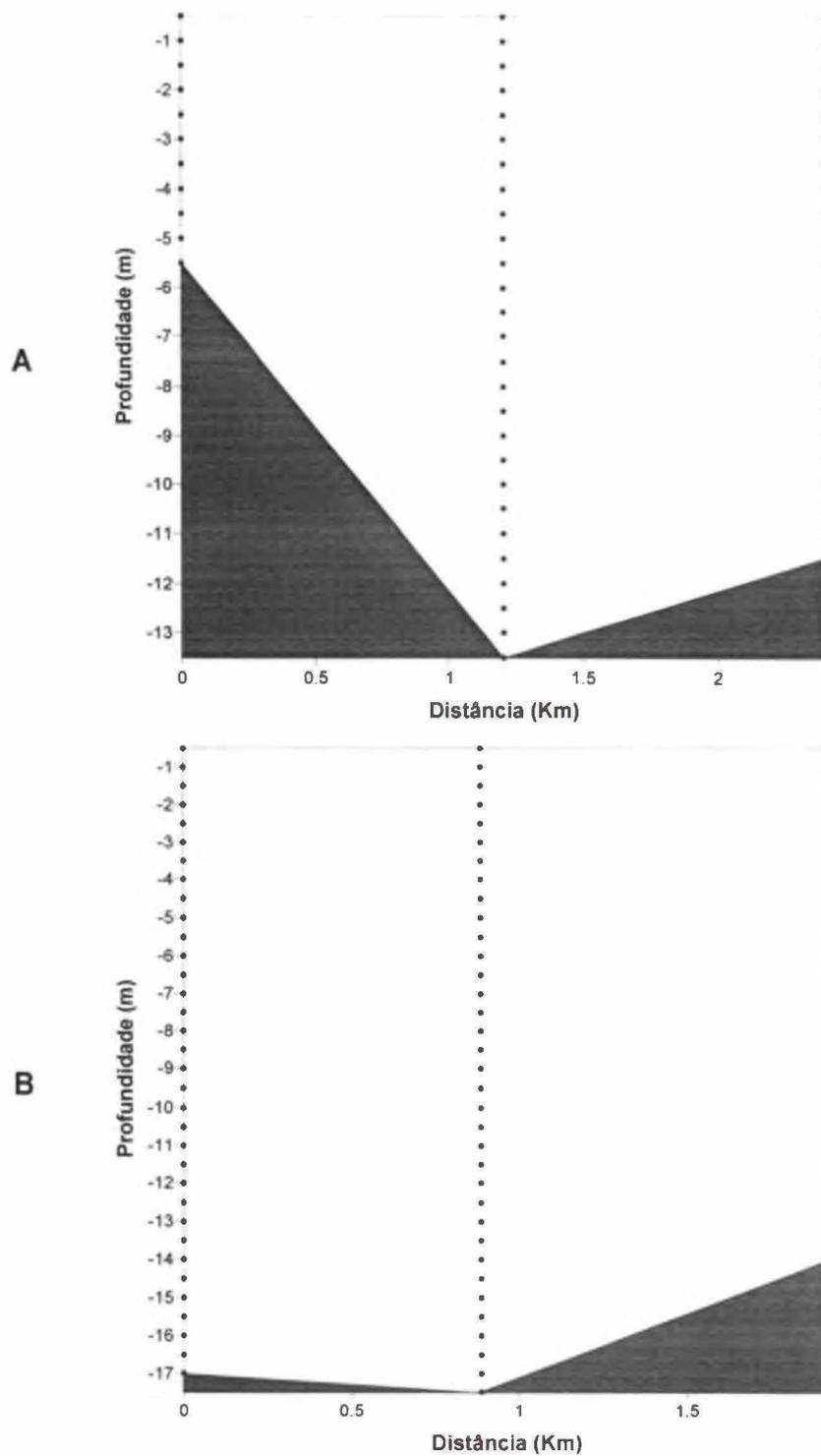


Figura 5. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 14 de dezembro de 1998. (A) perfil interno (entre 5,5 e 11,5 m), (B) perfil externo (entre 14 e 17,5 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

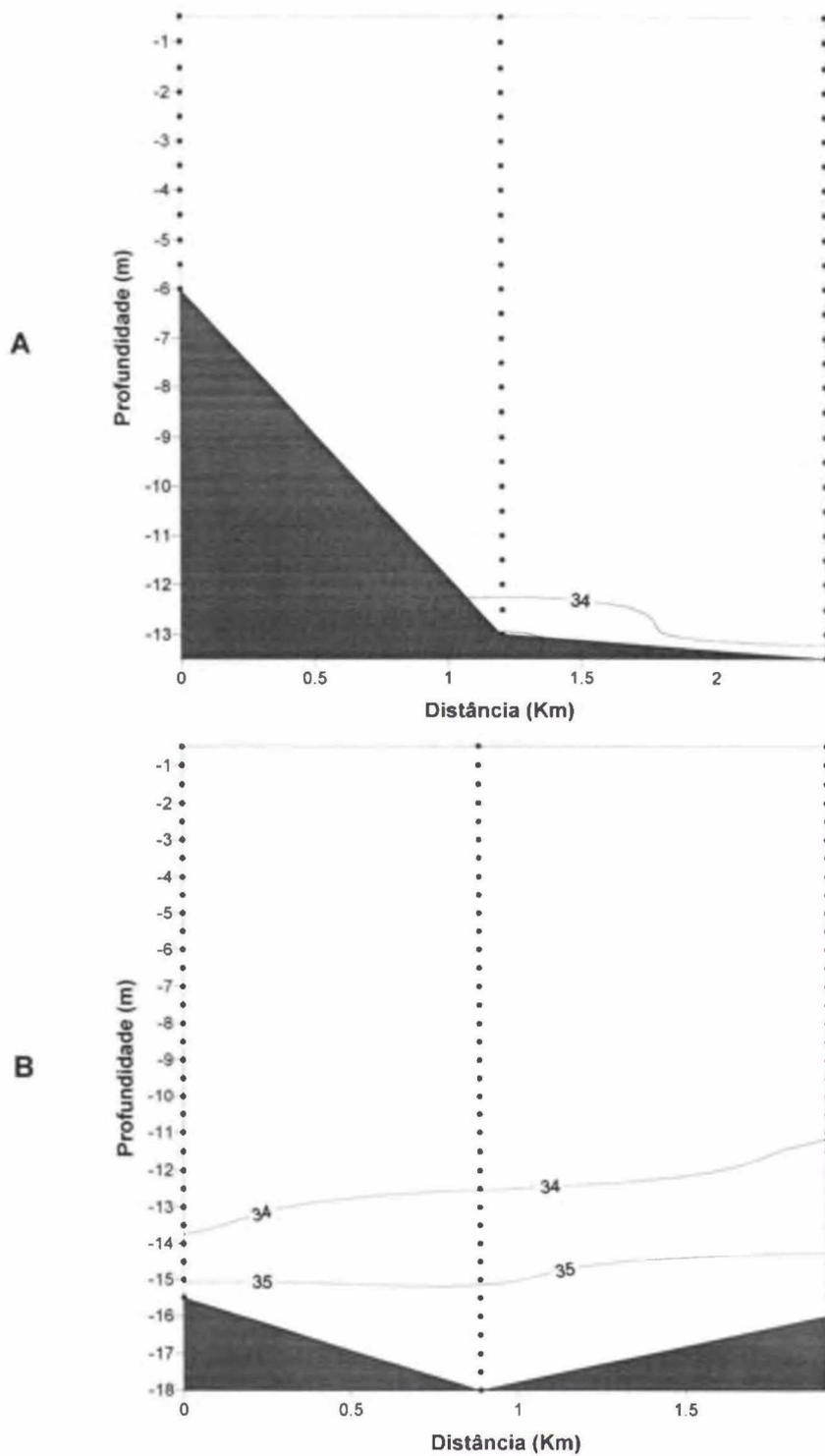


Figura 6. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 15 de dezembro de 1998: (A) perfil interno (entre 6 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 18 m).

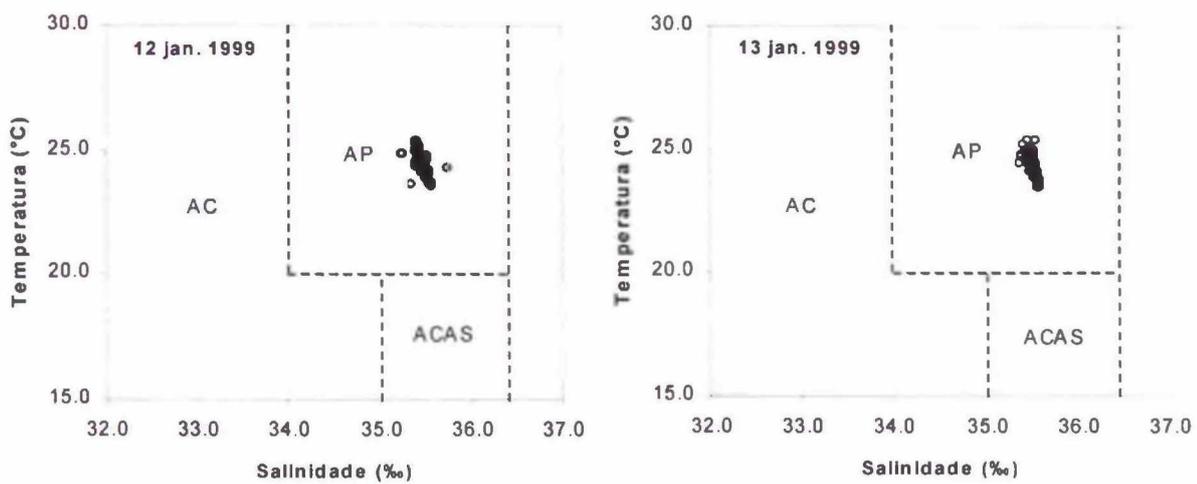


Figura 7. Diagramas TS da segunda campanha do verão de 1999 (dias 12 e 13 de janeiro de 1999)

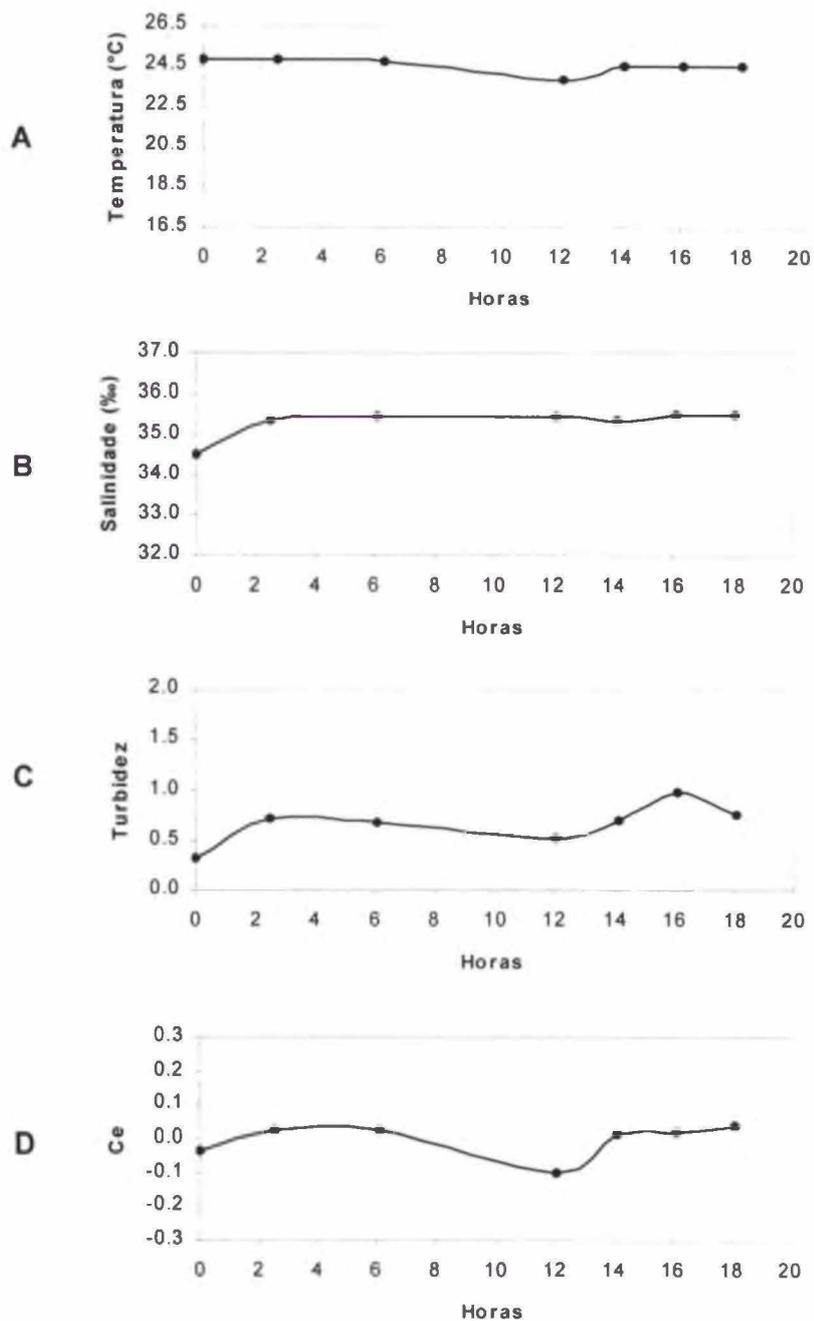


Figura 8. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 12 e 13 de janeiro de 1999. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 19:20 horas do dia 14 de janeiro de 1999.

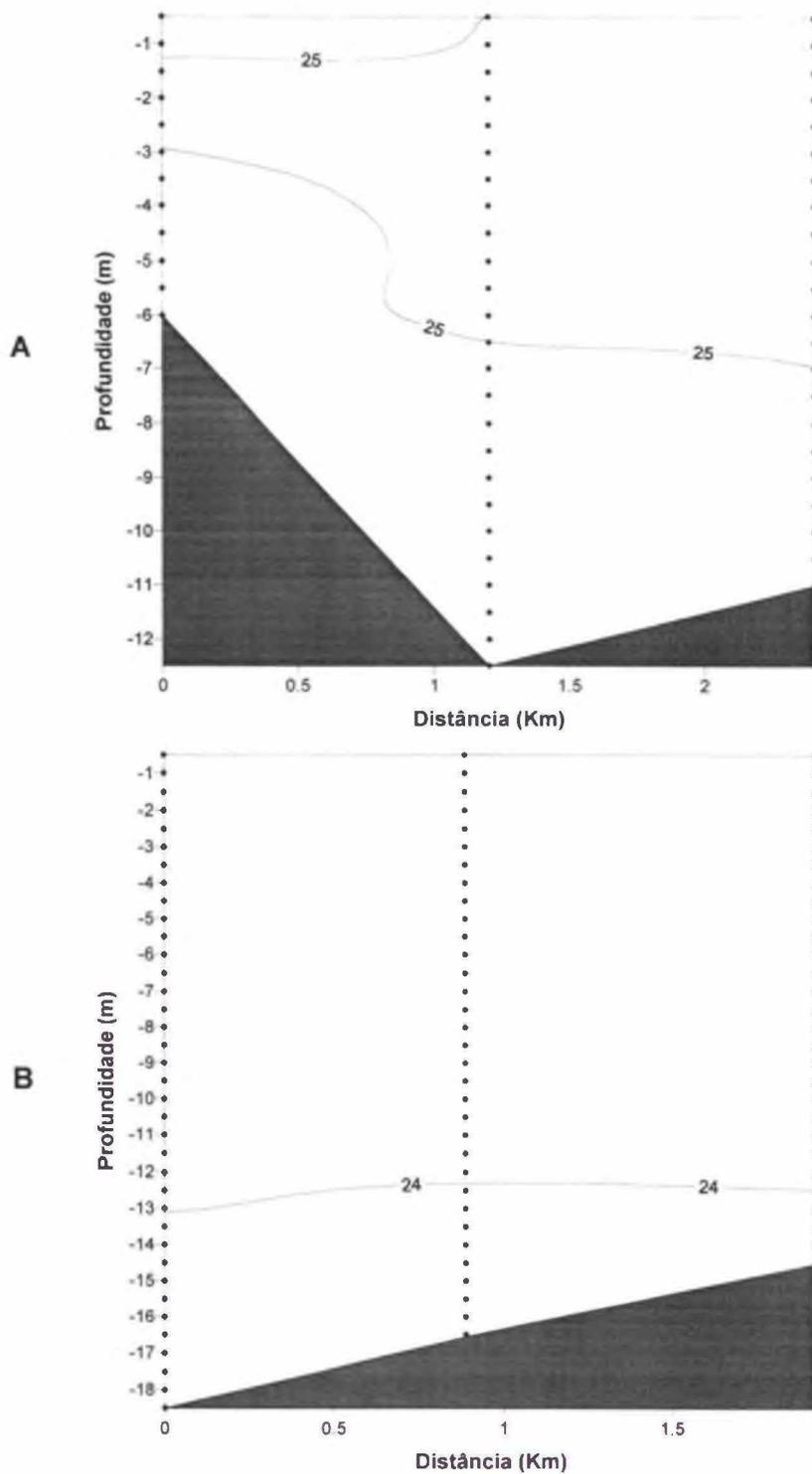


Figura 9. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 12 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18,5 m).

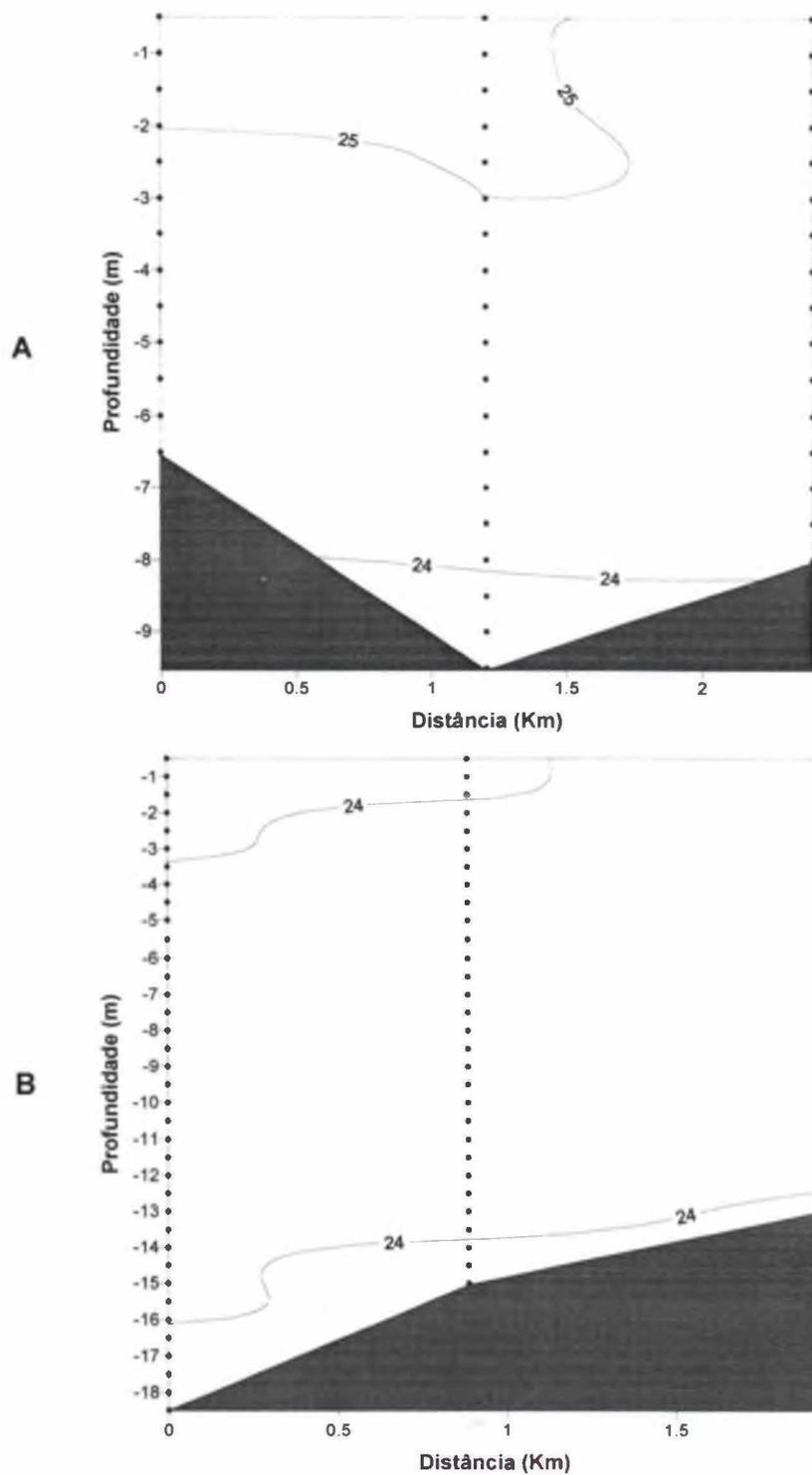


Figura 10. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 13 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 9,5 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).

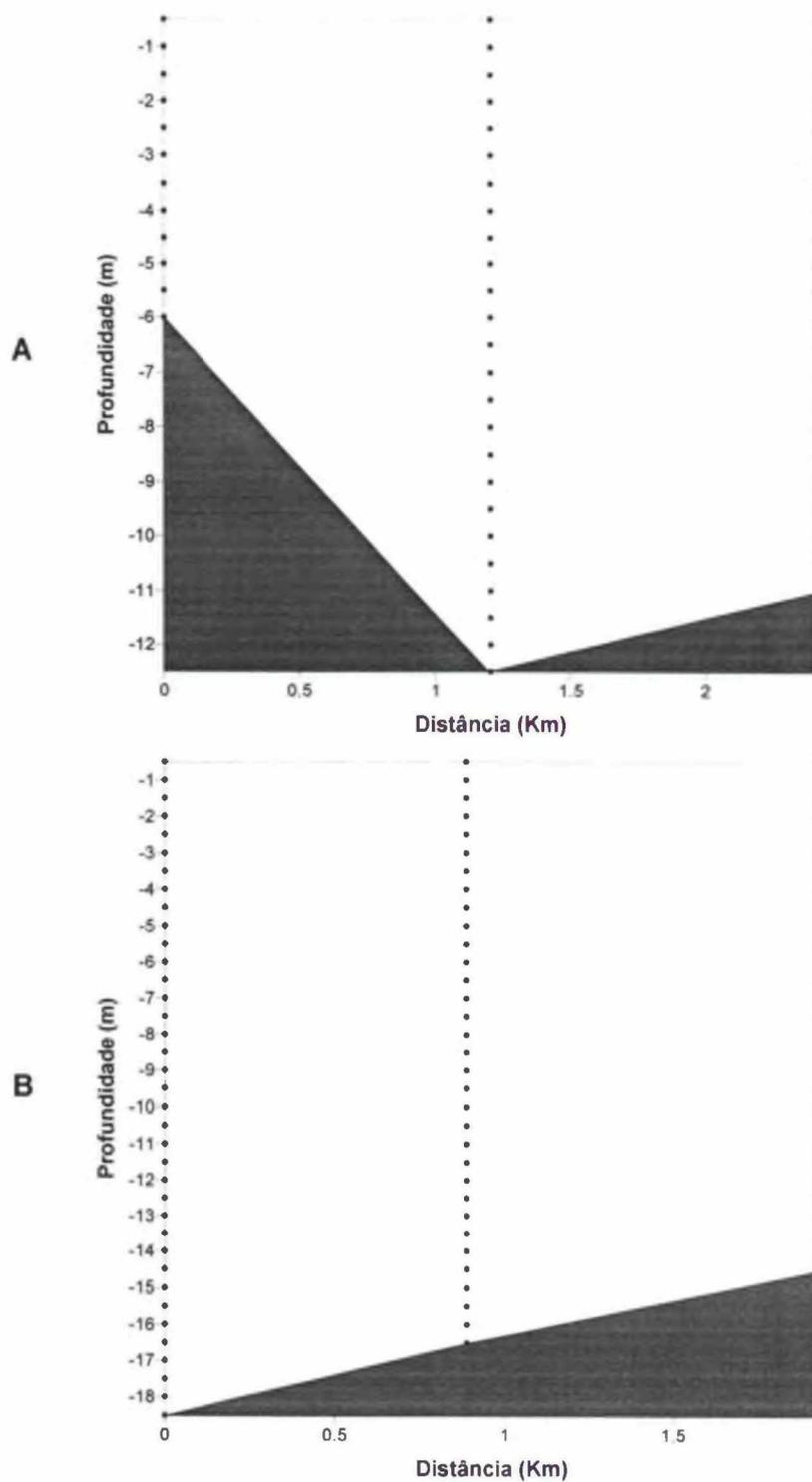


Figura 11. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 12 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18,5 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

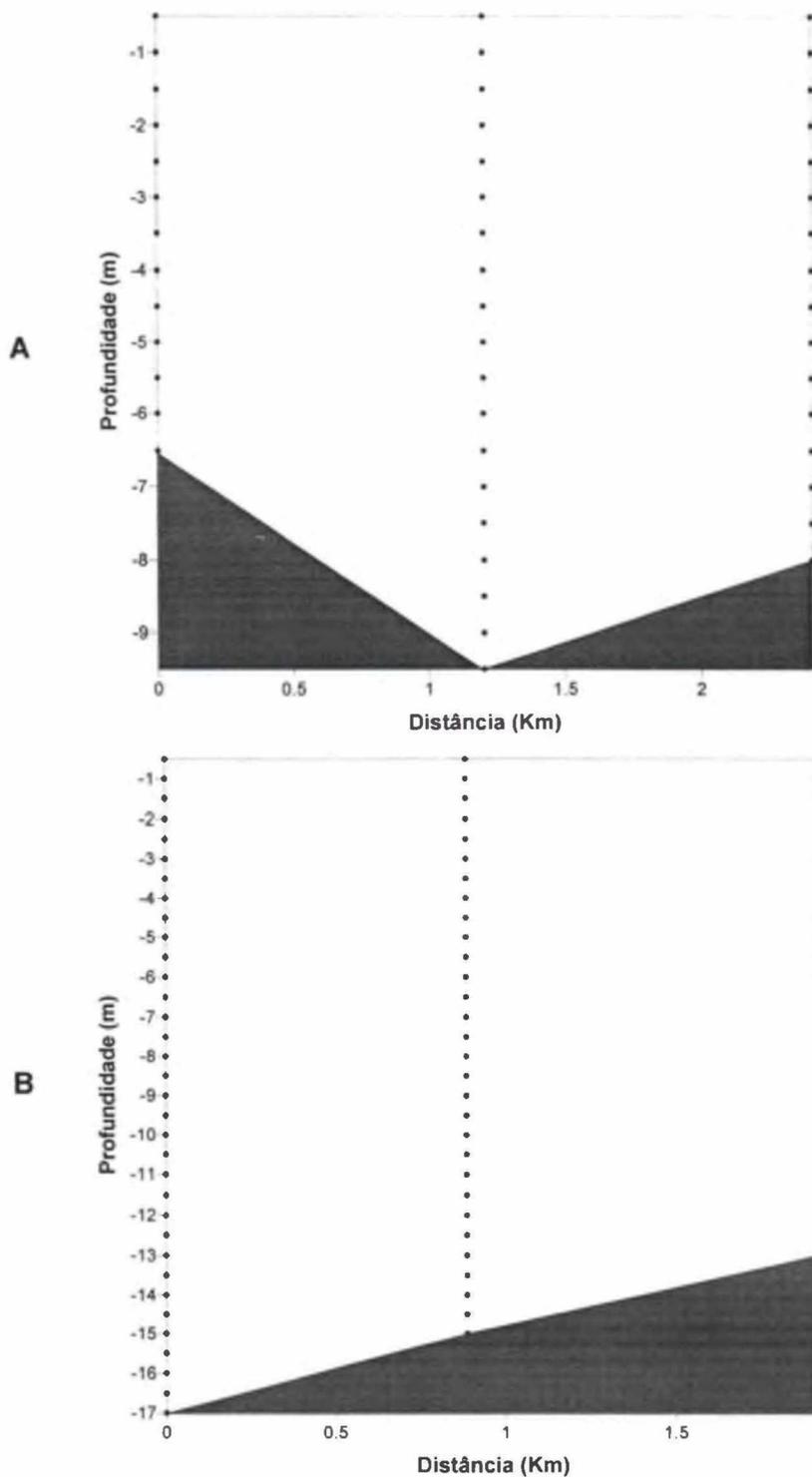


Figura 12. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 13 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 9,5 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

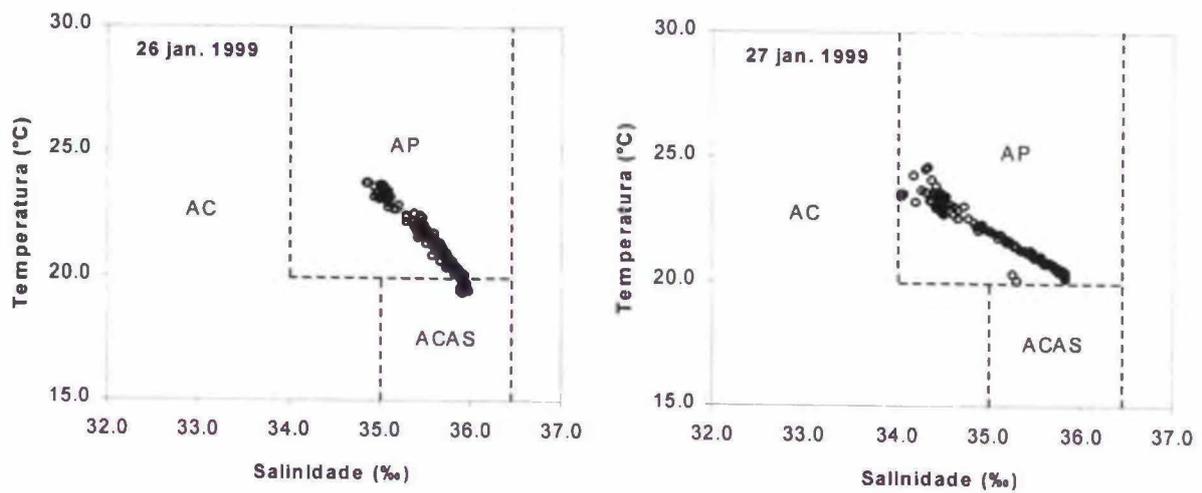


Figura 13. Diagramas TS da terceira campanha do verão de 1999 (dias 26 e 27 de janeiro de 1999)

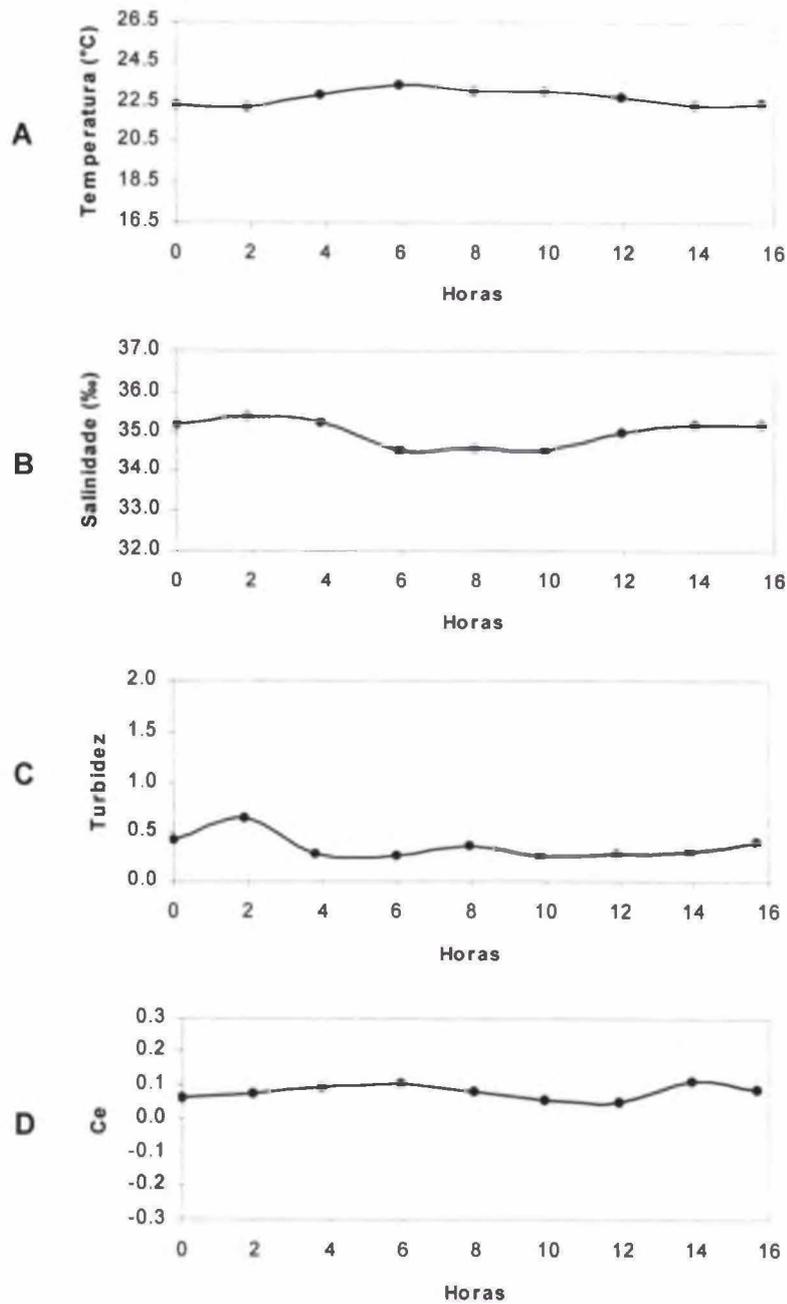


Figura 14. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 26 e 27 de janeiro de 1999. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 21:15 horas do dia 26 de janeiro de 1999.

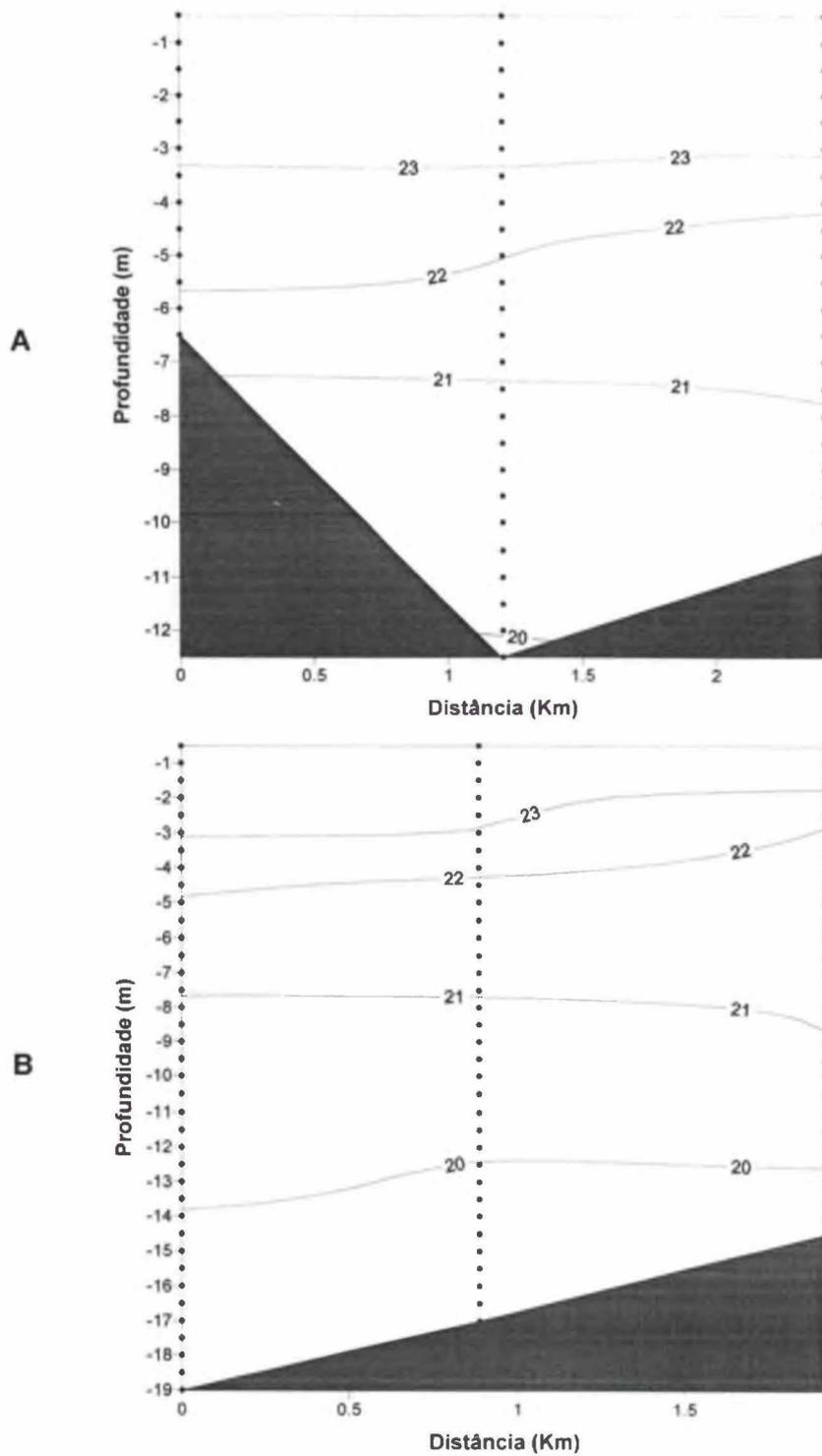


Figura 15. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 19 m).

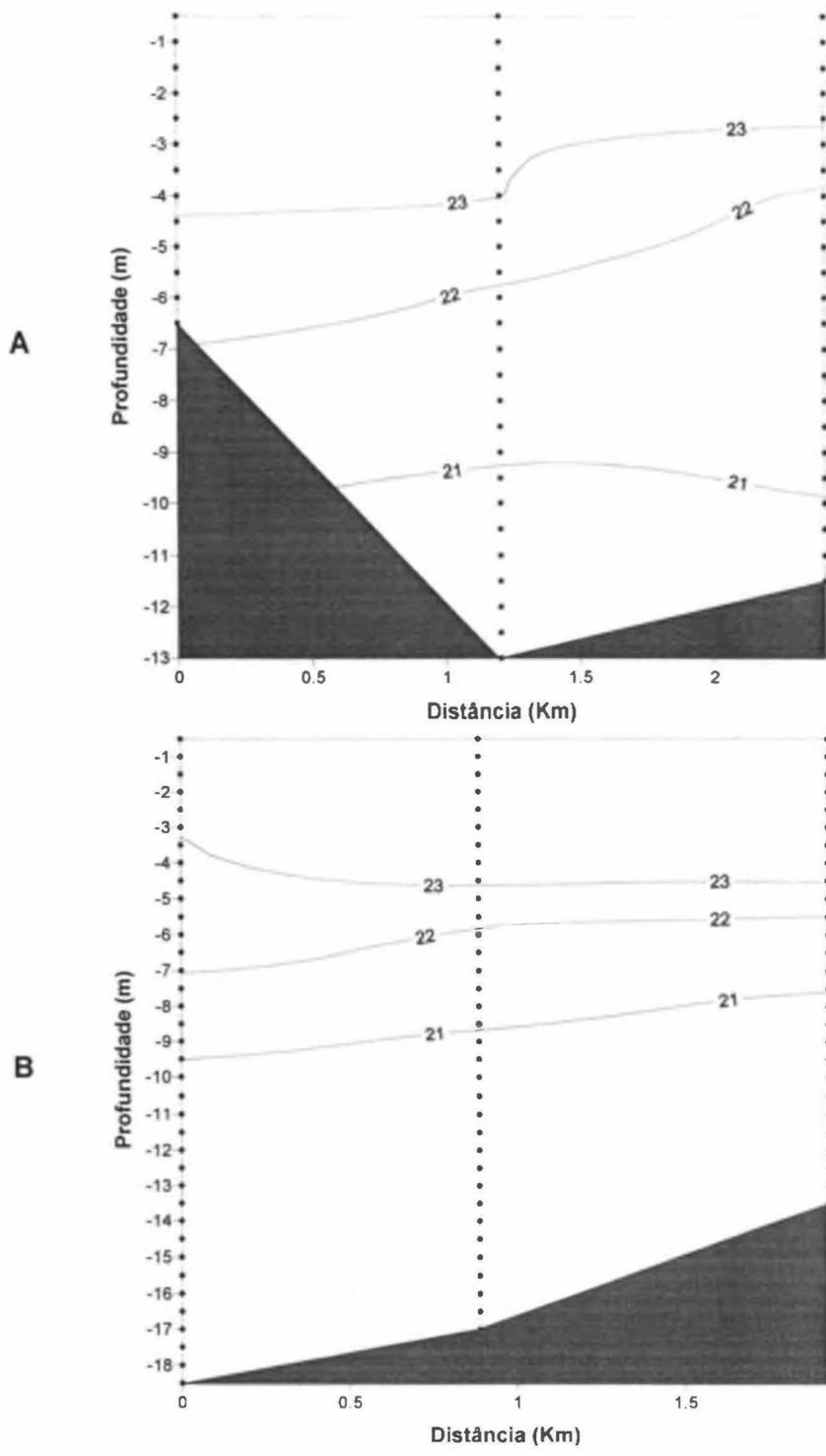


Figura 16. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 27 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).

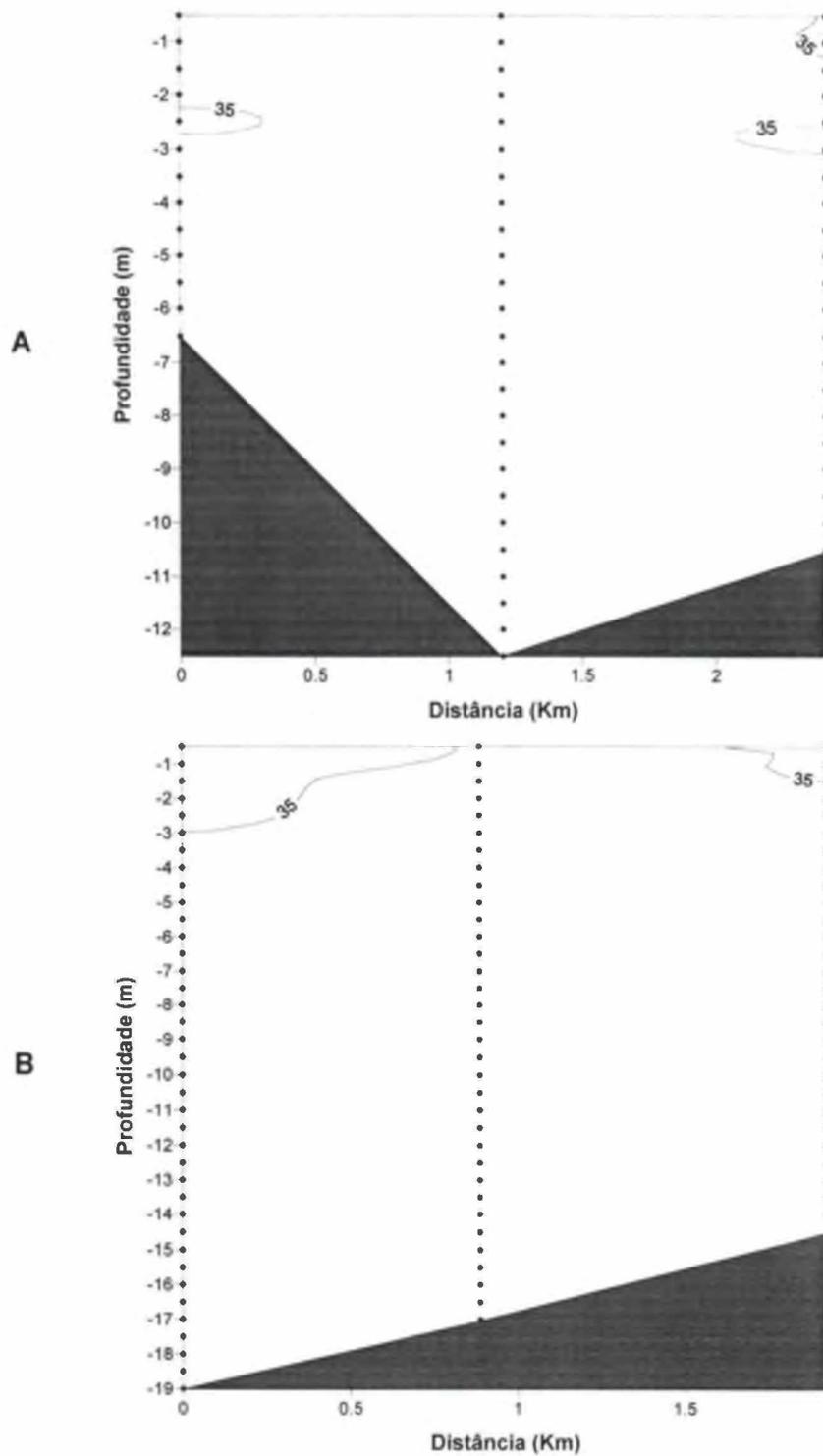


Figura 17. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 19 m).

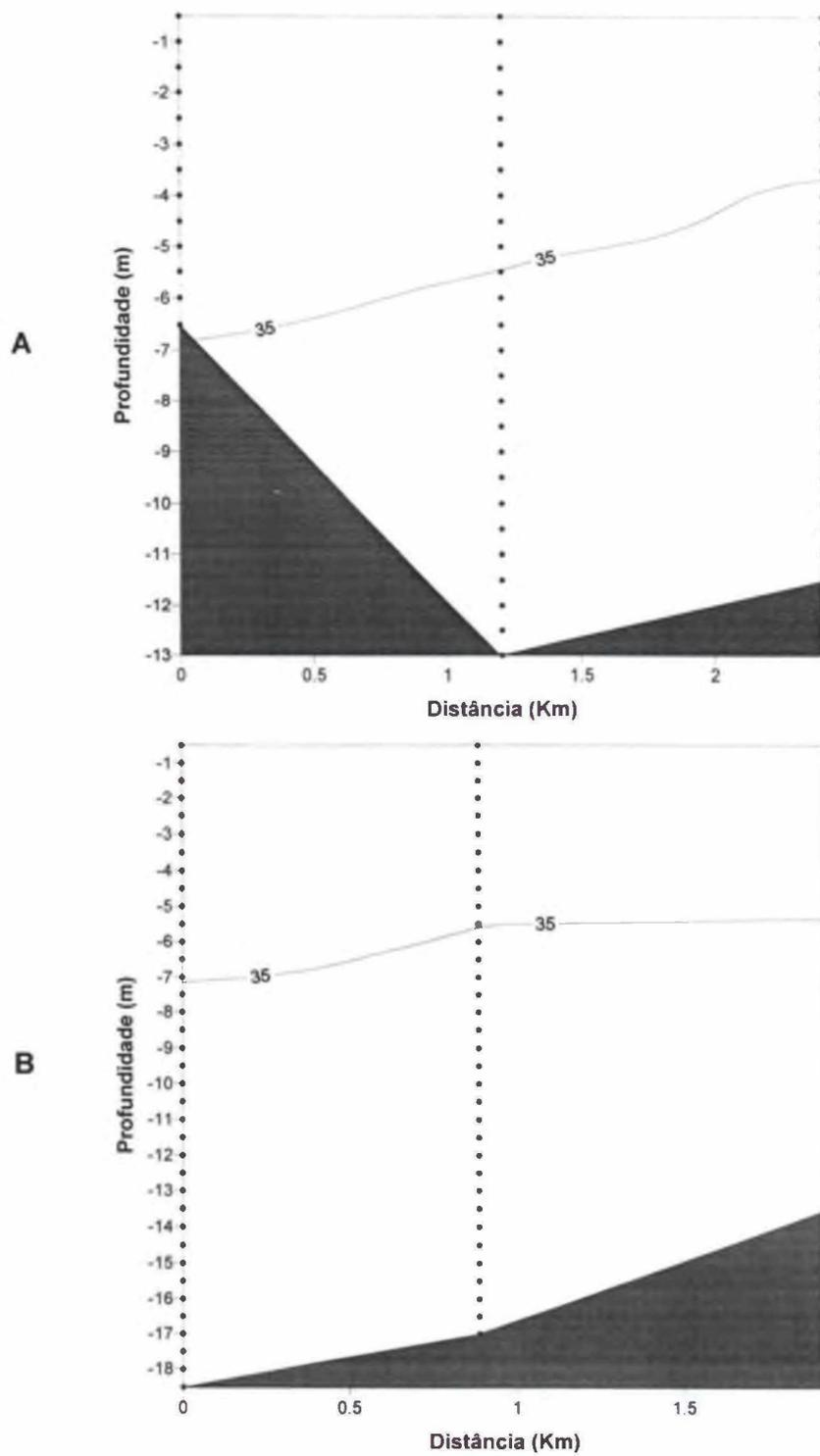


Figura 18. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 27 de janeiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).

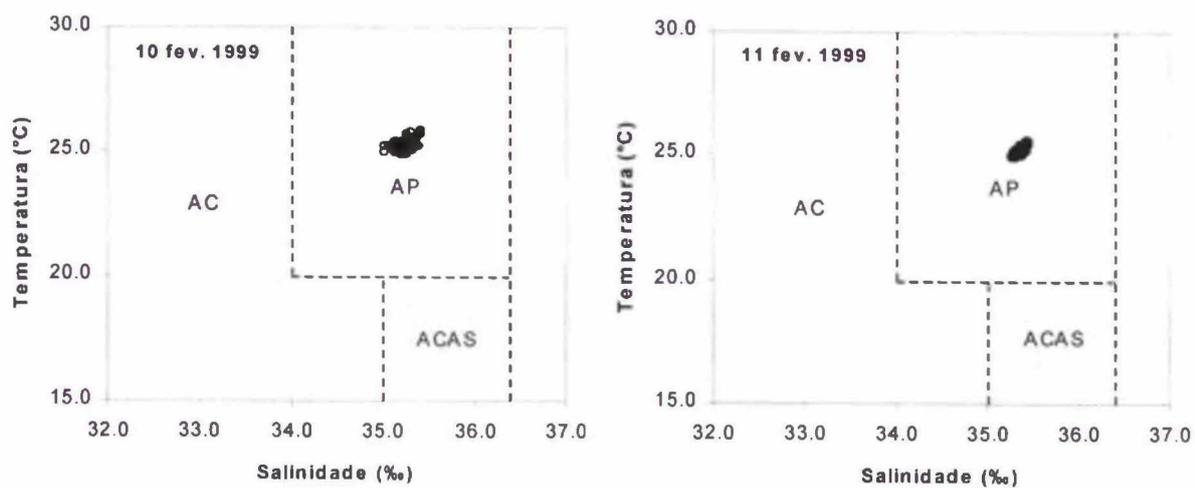


Figura 19. Diagramas TS da quarta campanha do verão de 1999 (dias 10 e 11 de fevereiro de 1999).

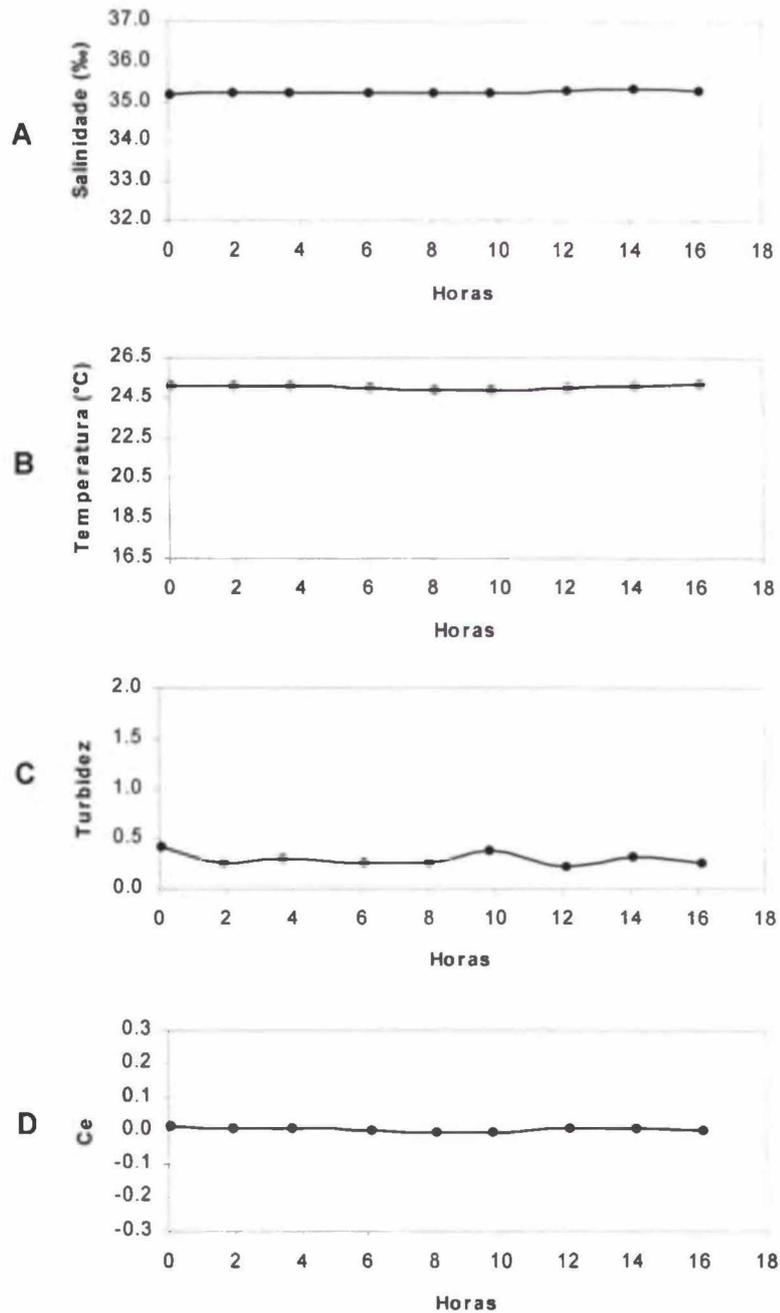


Figura 20. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 10 e 11 de fevereiro de 1999. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 18:20 horas do dia 10 de fevereiro de 1999.

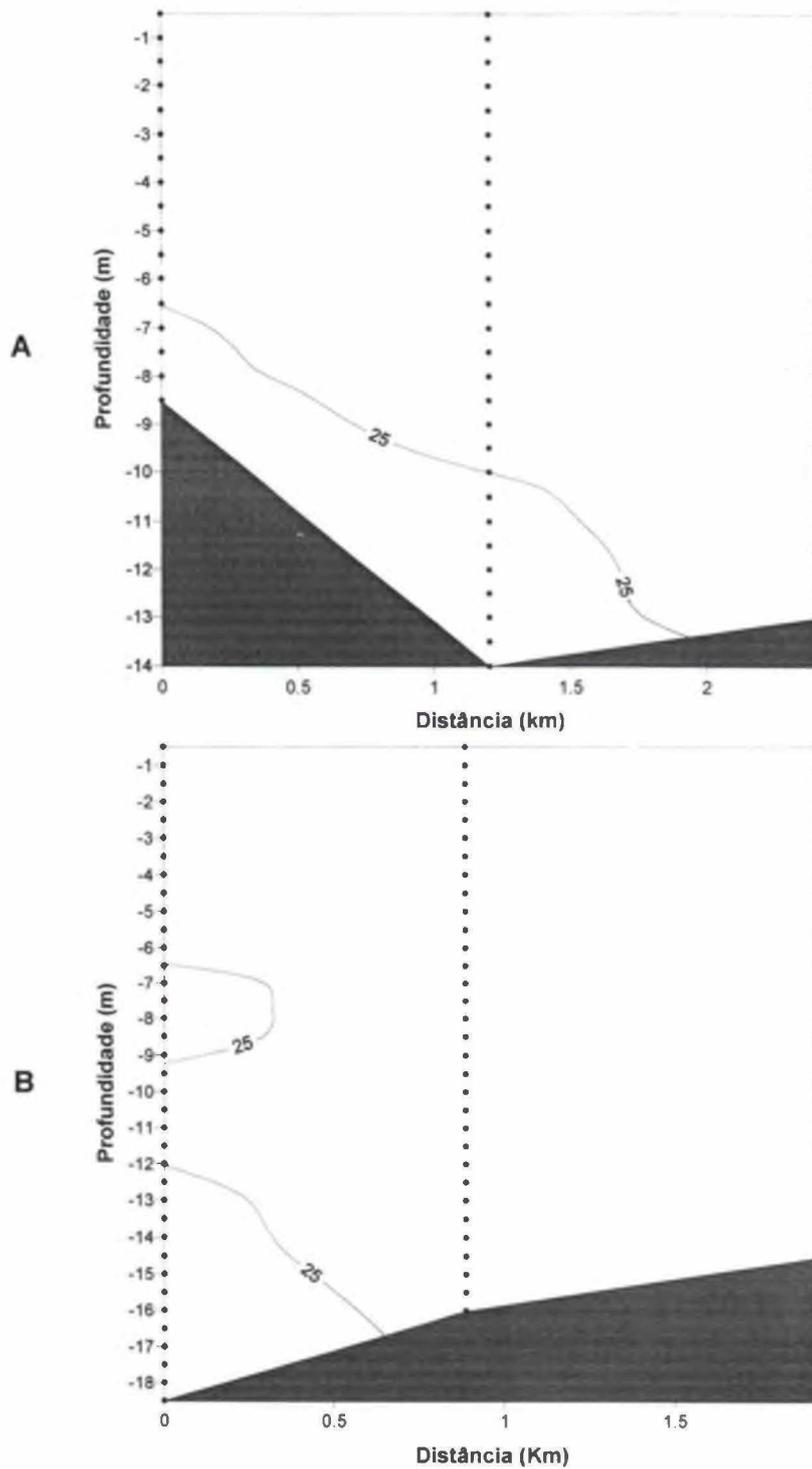


Figura 21. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 10 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m).

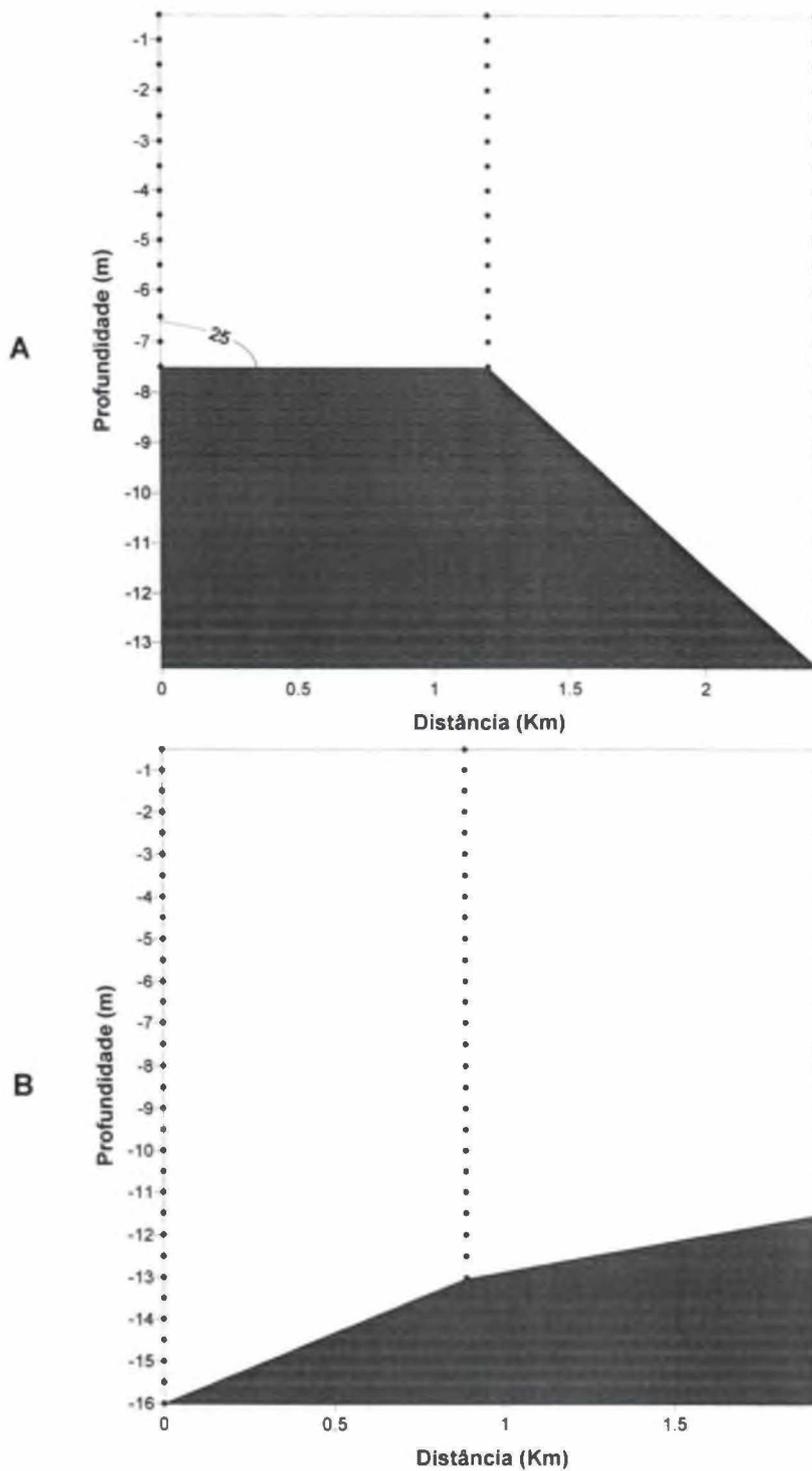


Figura 22. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 11 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 7,5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 11,5 e 16 m). A temperatura no perfil externo foi de 25°C em toda a coluna d'água.

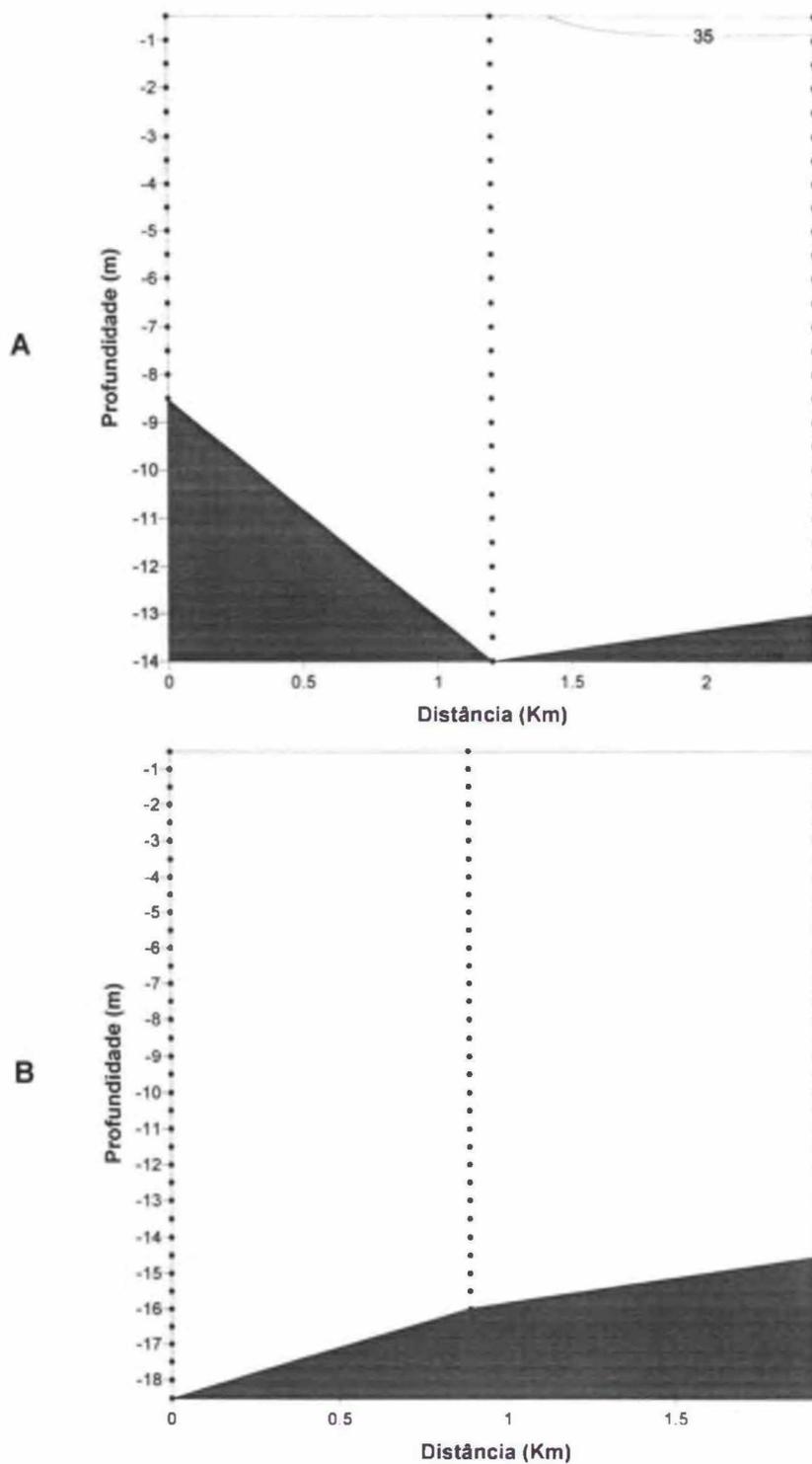


Figura 23. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 10 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 13 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18,5 m). A salinidade no perfil externo foi de 35,5‰ em toda a coluna d'água.

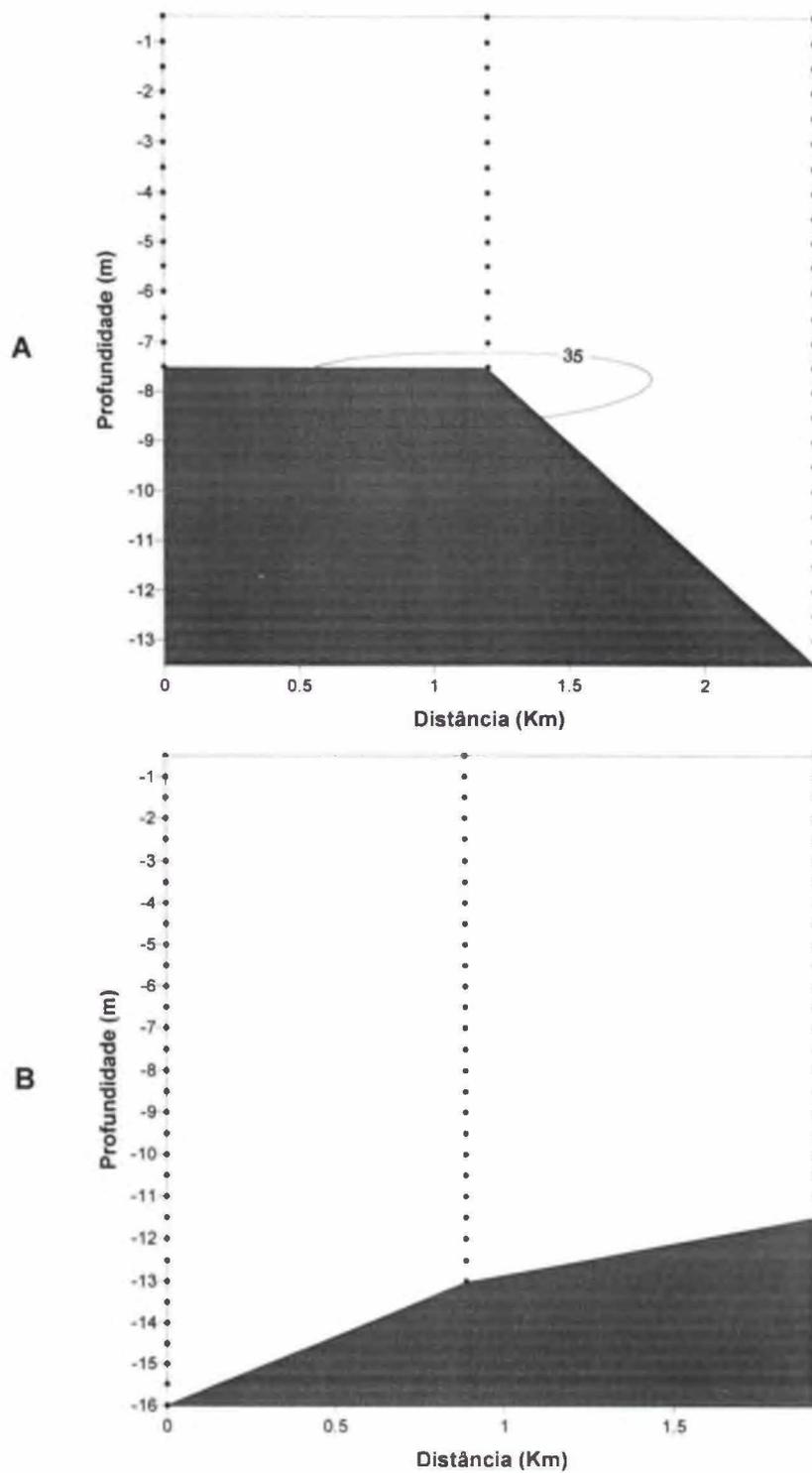


Figura 24. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 11 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 7,5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 11,5 e 16 m).

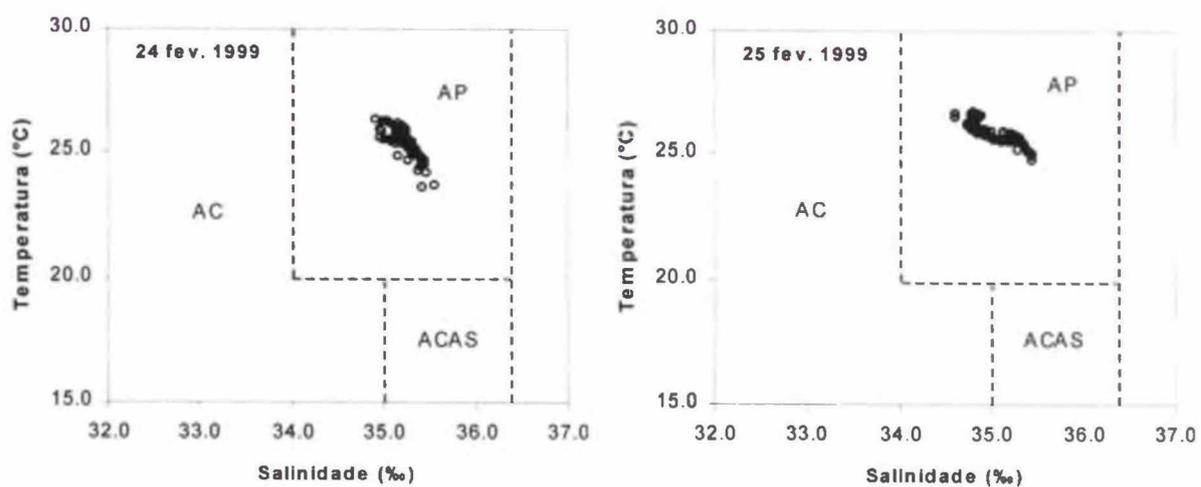


Figura 25. Diagramas TS da quinta campanha do verão de 1999 (dias 24 e 25 de fevereiro de 1999).

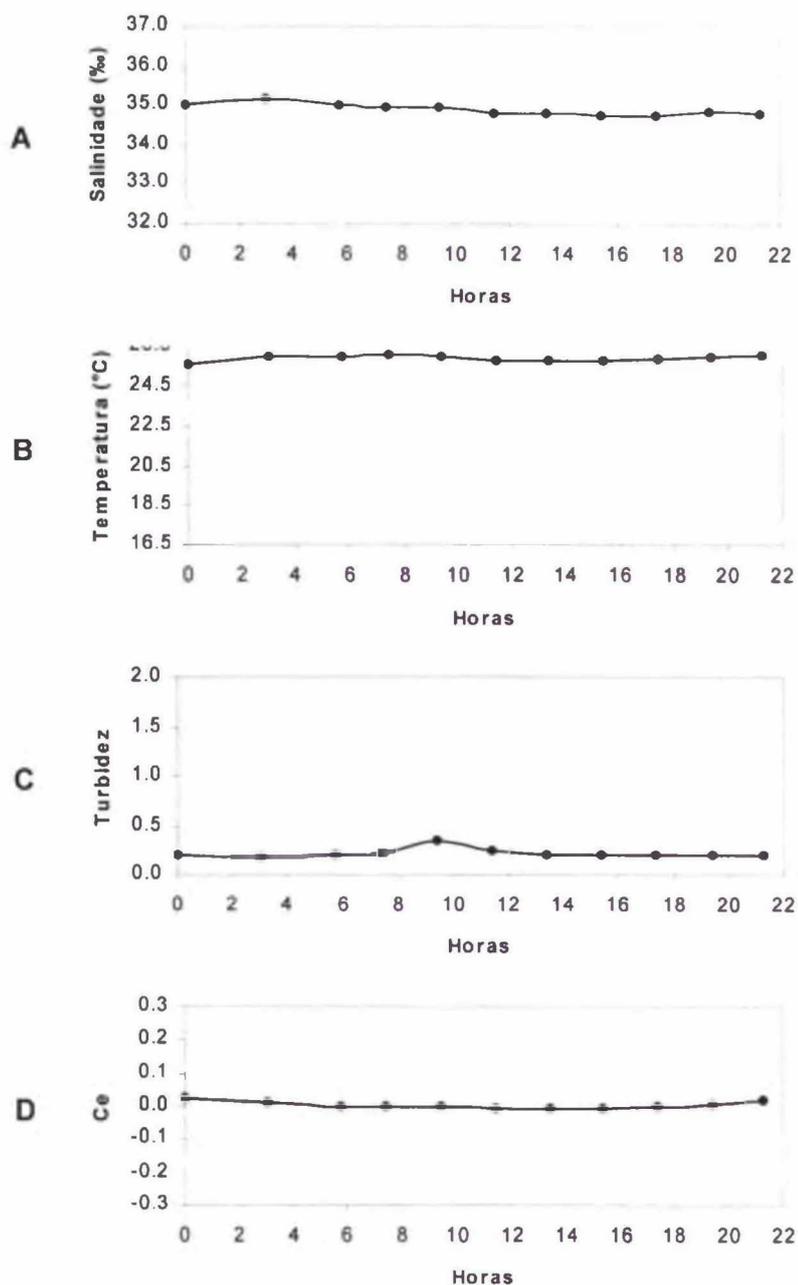


Figura 26. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 24 e 25 de fevereiro de 1999. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 17:37 horas do dia 24 de fevereiro de 1999.

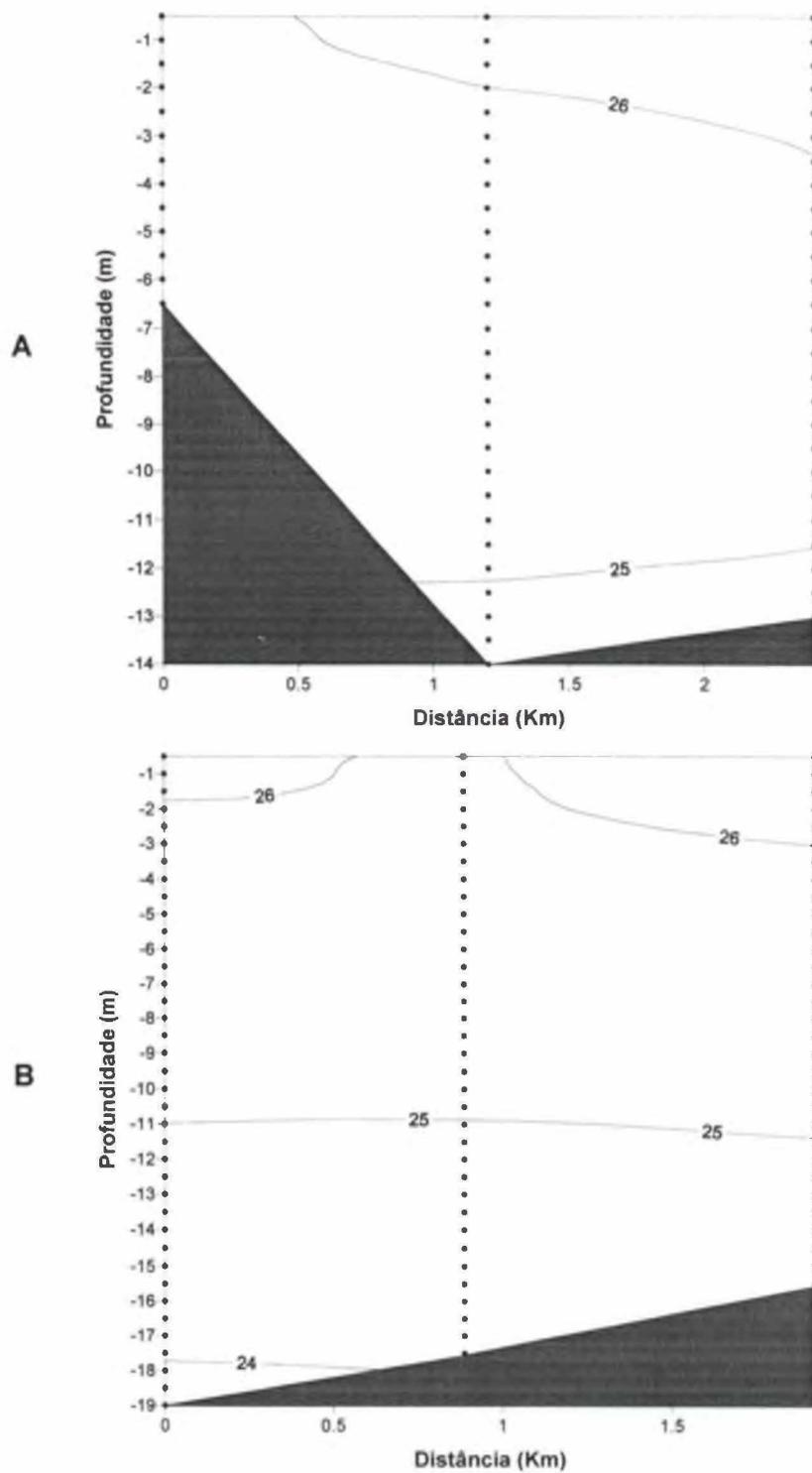


Figura 27. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 24 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 14 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19 m).

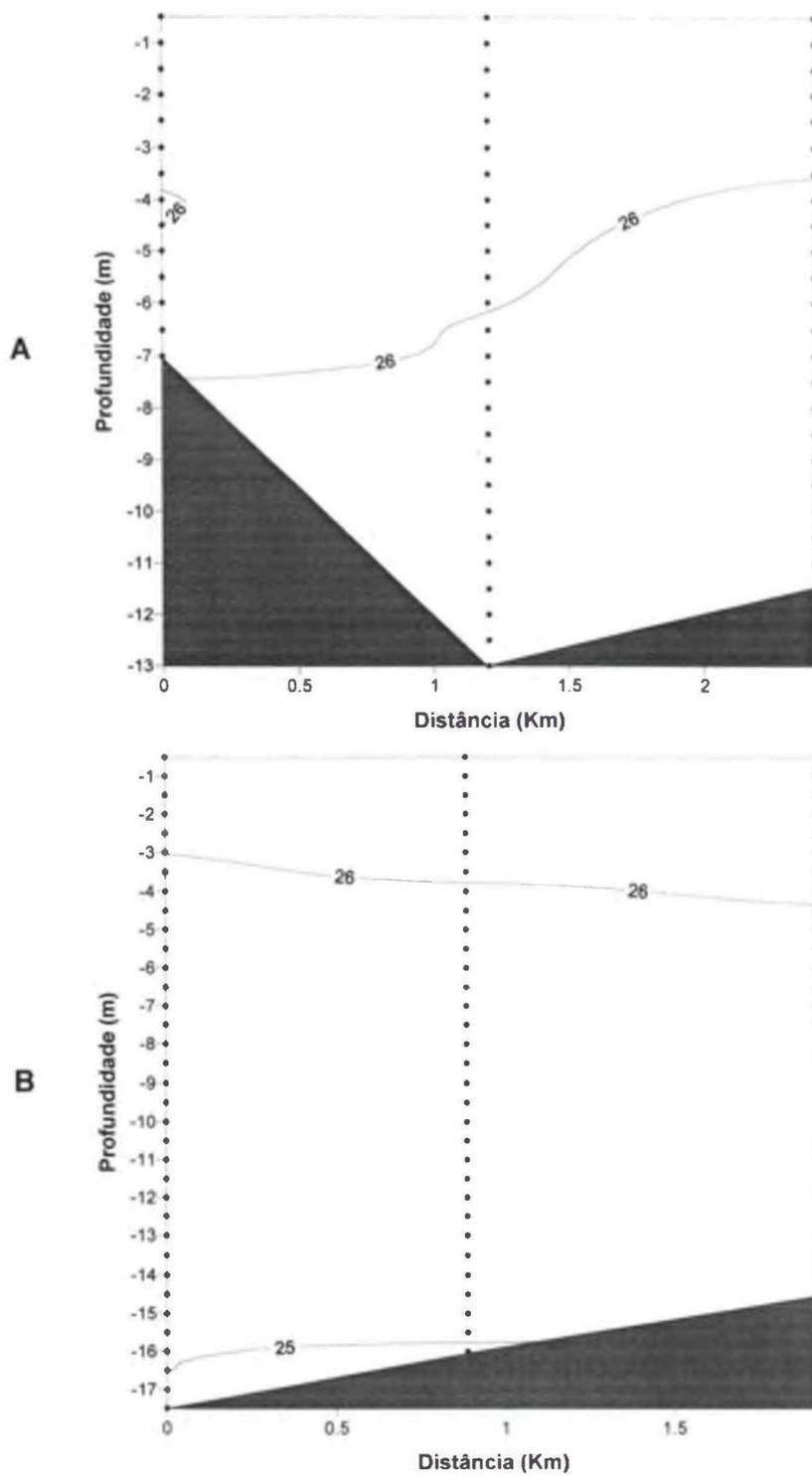


Figura 28. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 25 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 7 e 13 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 17,5 m).

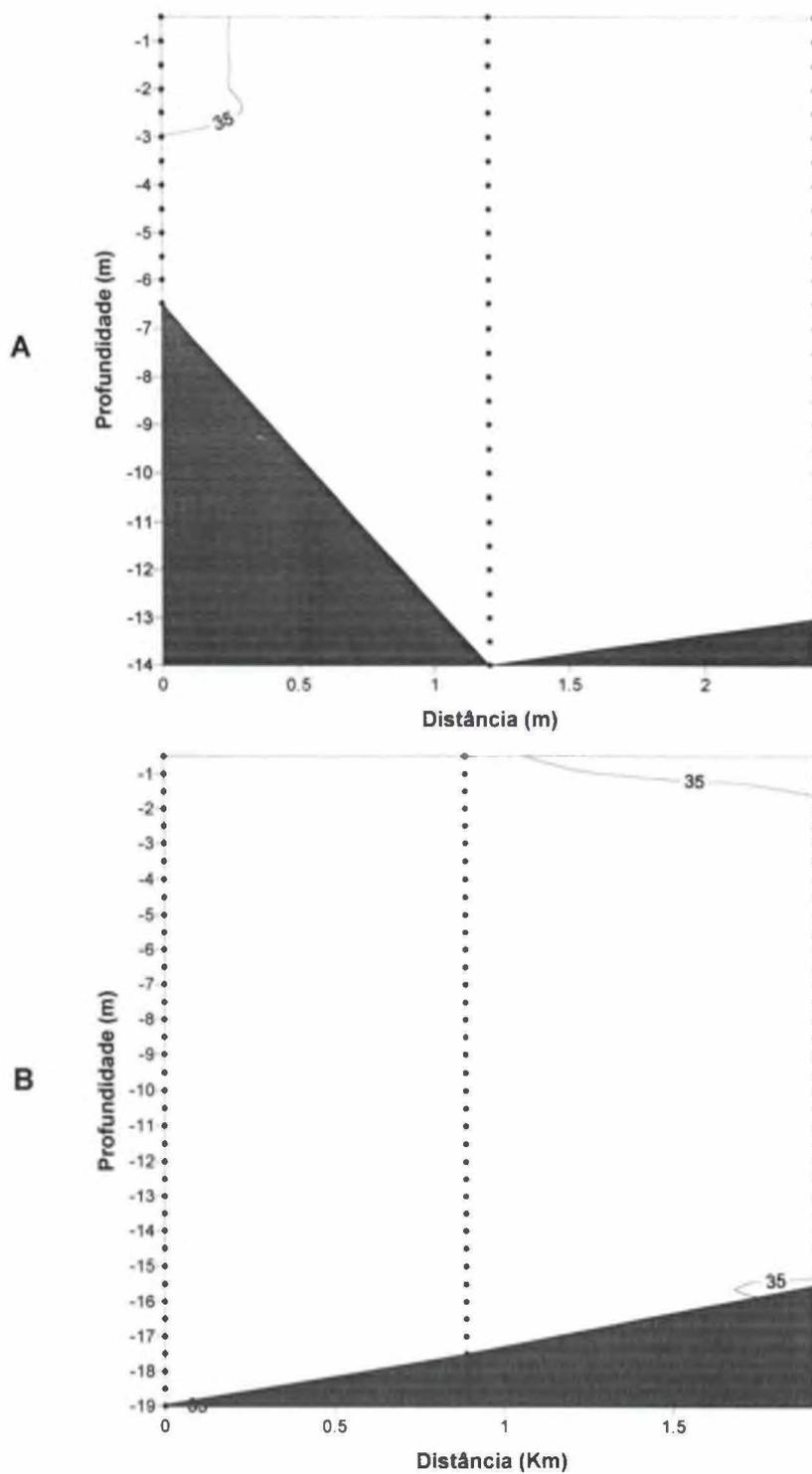


Figura 29. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 24 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 6,5 e 14 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19 m).

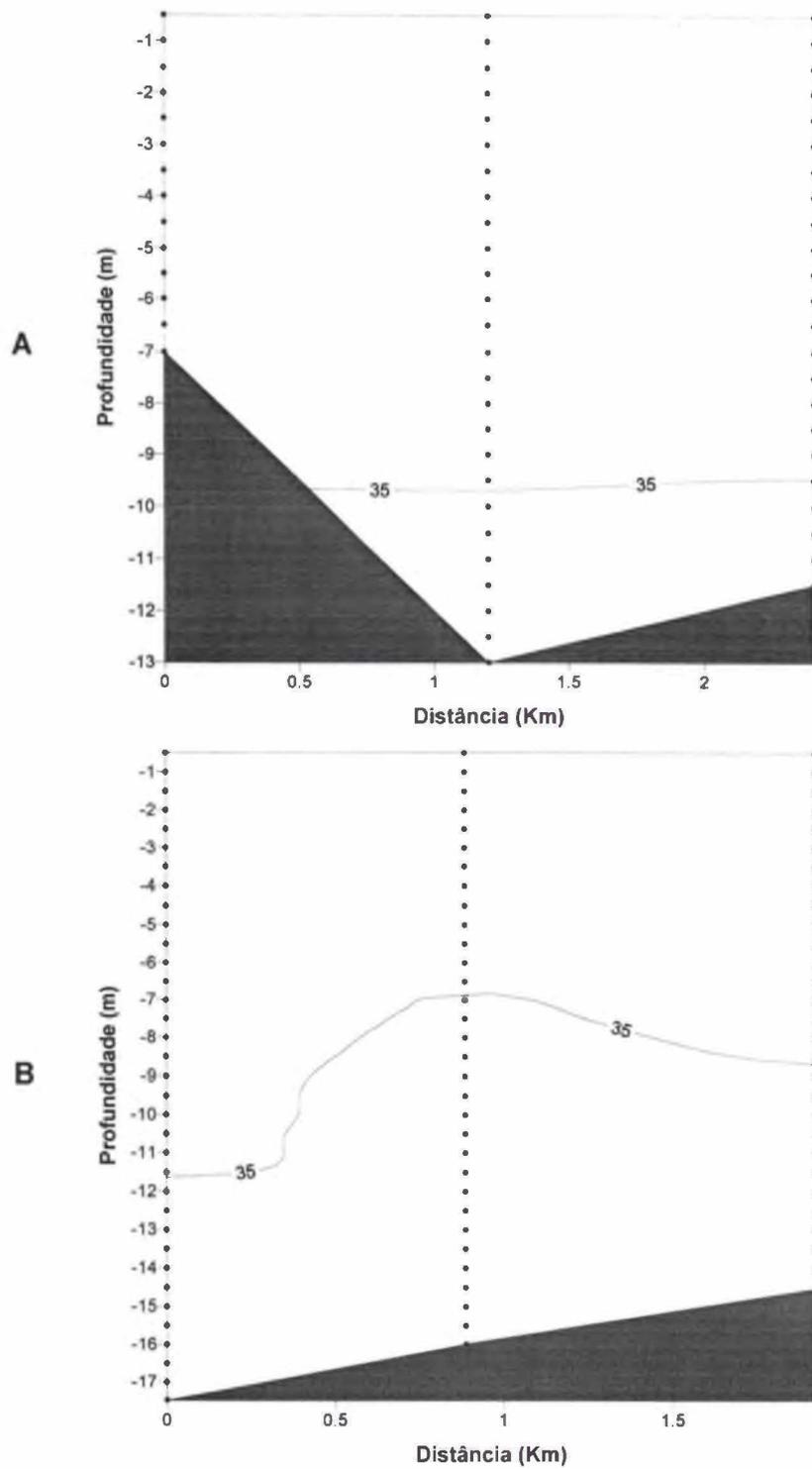


Figura 30. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 25 de fevereiro de 1999: (A) perfil interno (entre 7 e 13 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 17,5 m).

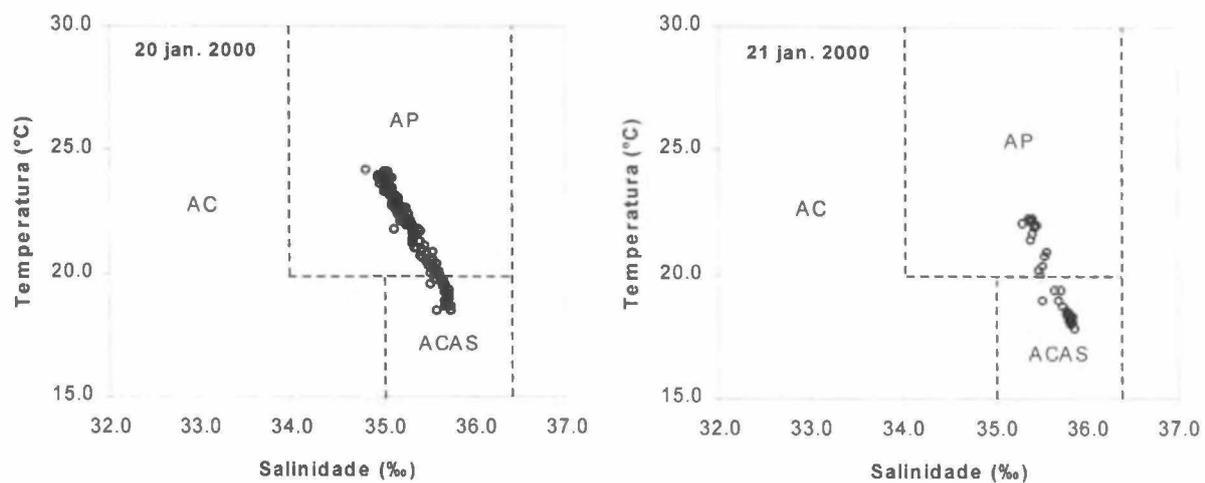


Figura 31. Diagramas TS da primeira campanha do verão de 2000 (dias 20 e 21 de janeiro de 2000).

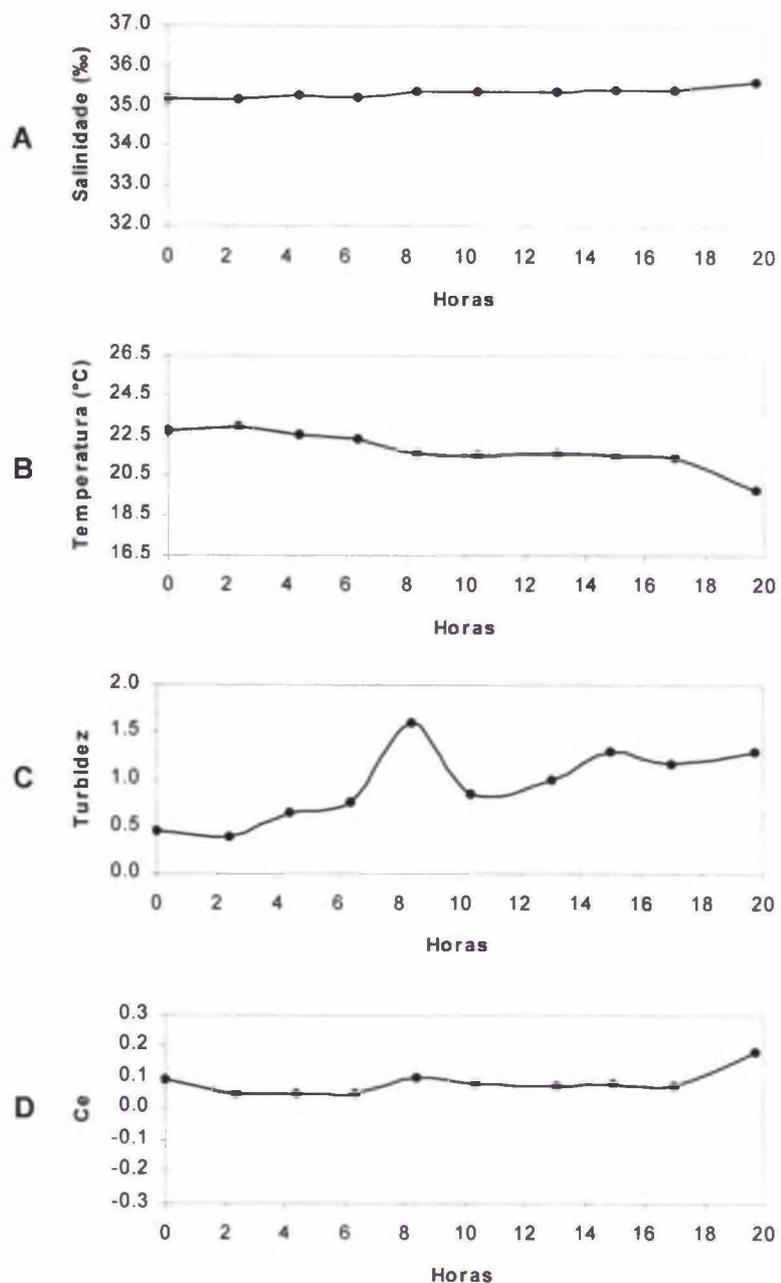


Figura 32. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 20 e 21 de janeiro de 2000. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 16:08 horas do dia 20 de janeiro de 2000.

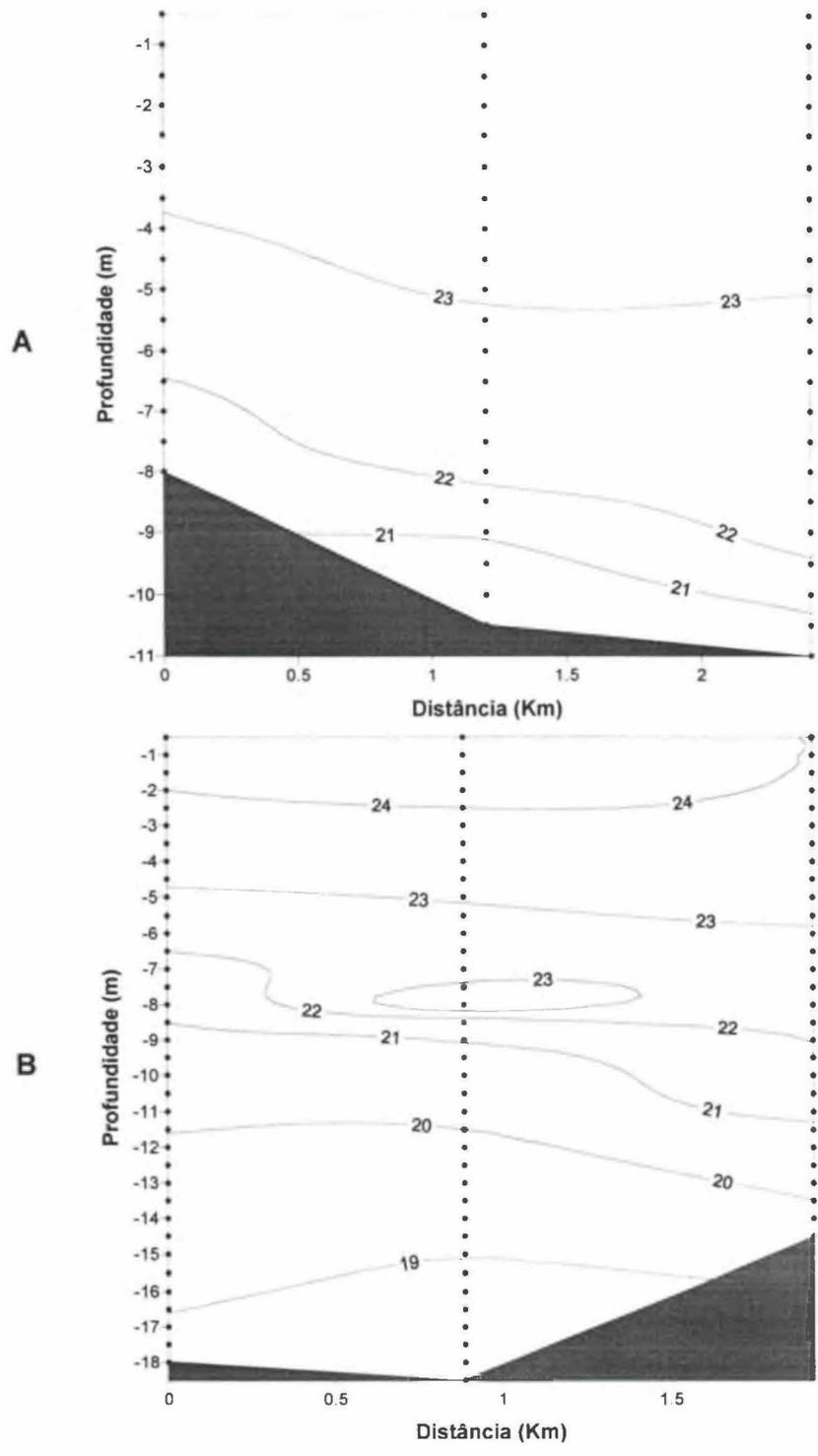


Figura 33. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 20 de janeiro de 2000: (A) perfil interno (entre 8 e 11 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18,5 m).

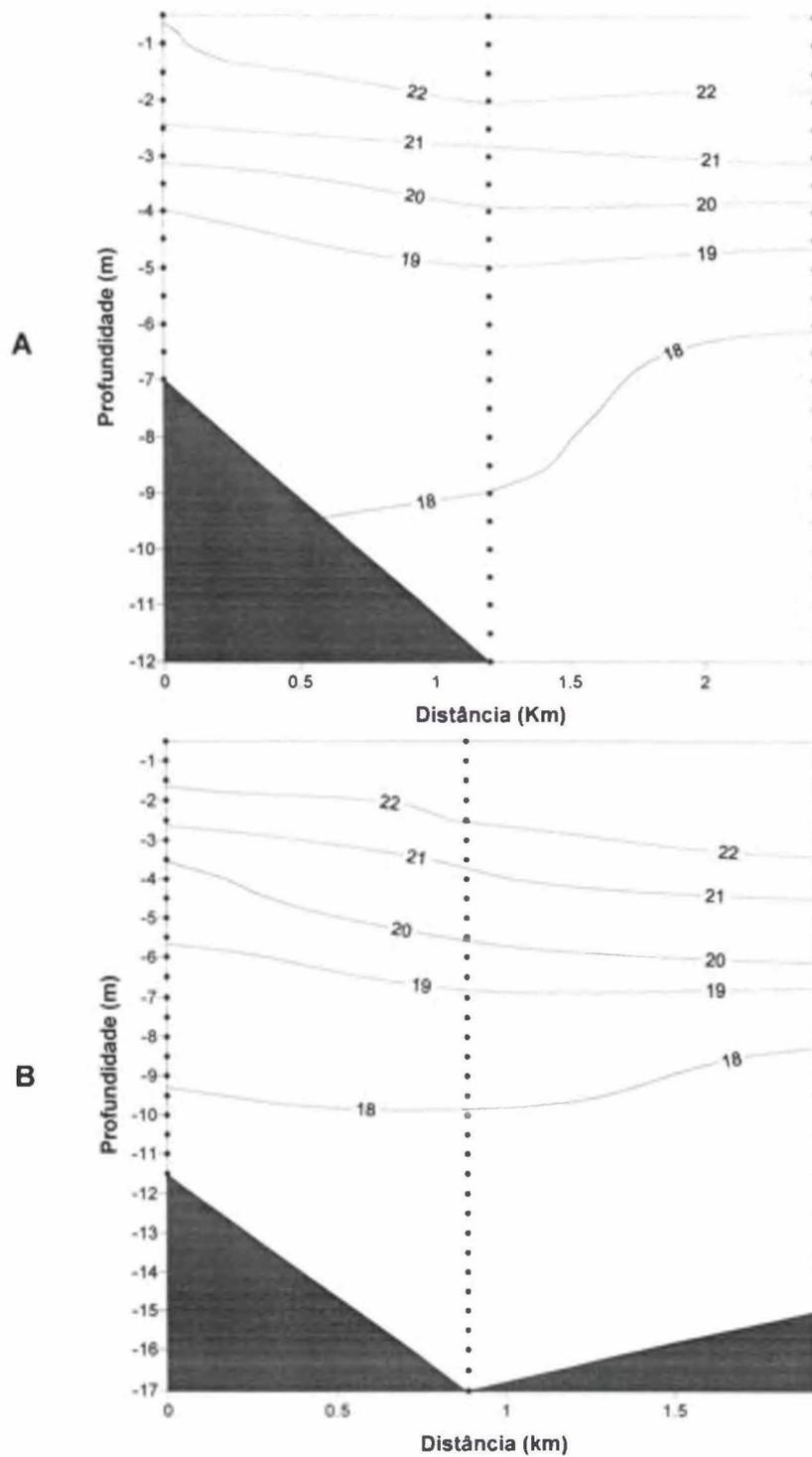


Figura 34. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 21 de janeiro de 2000: (A) perfil interno (entre 7 e 12 m), (B) perfil externo (entre 11,5 e 17 m).

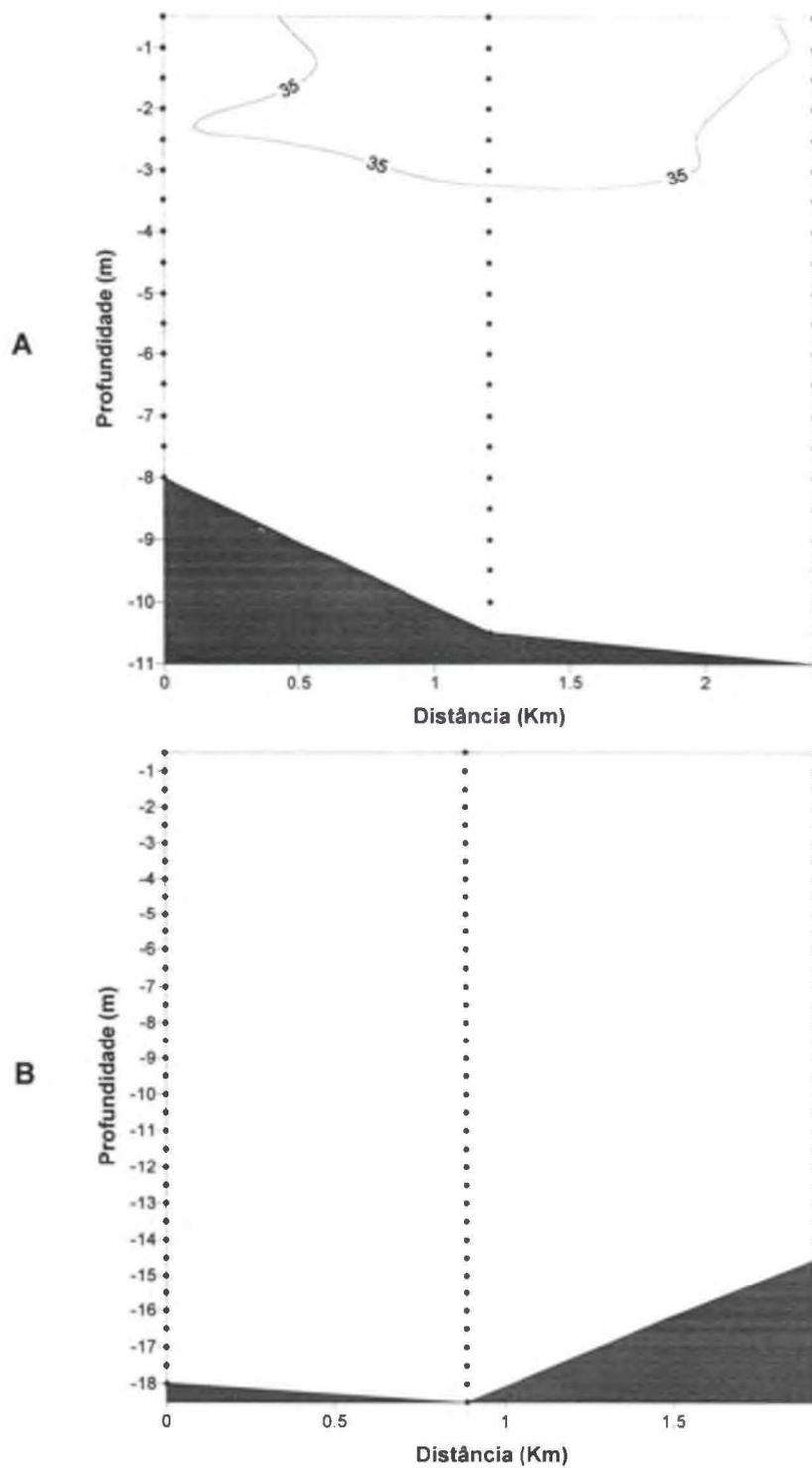


Figura 35. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 20 de janeiro de 2000: (A) perfil interno (entre 8 e 11 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18,5 m).

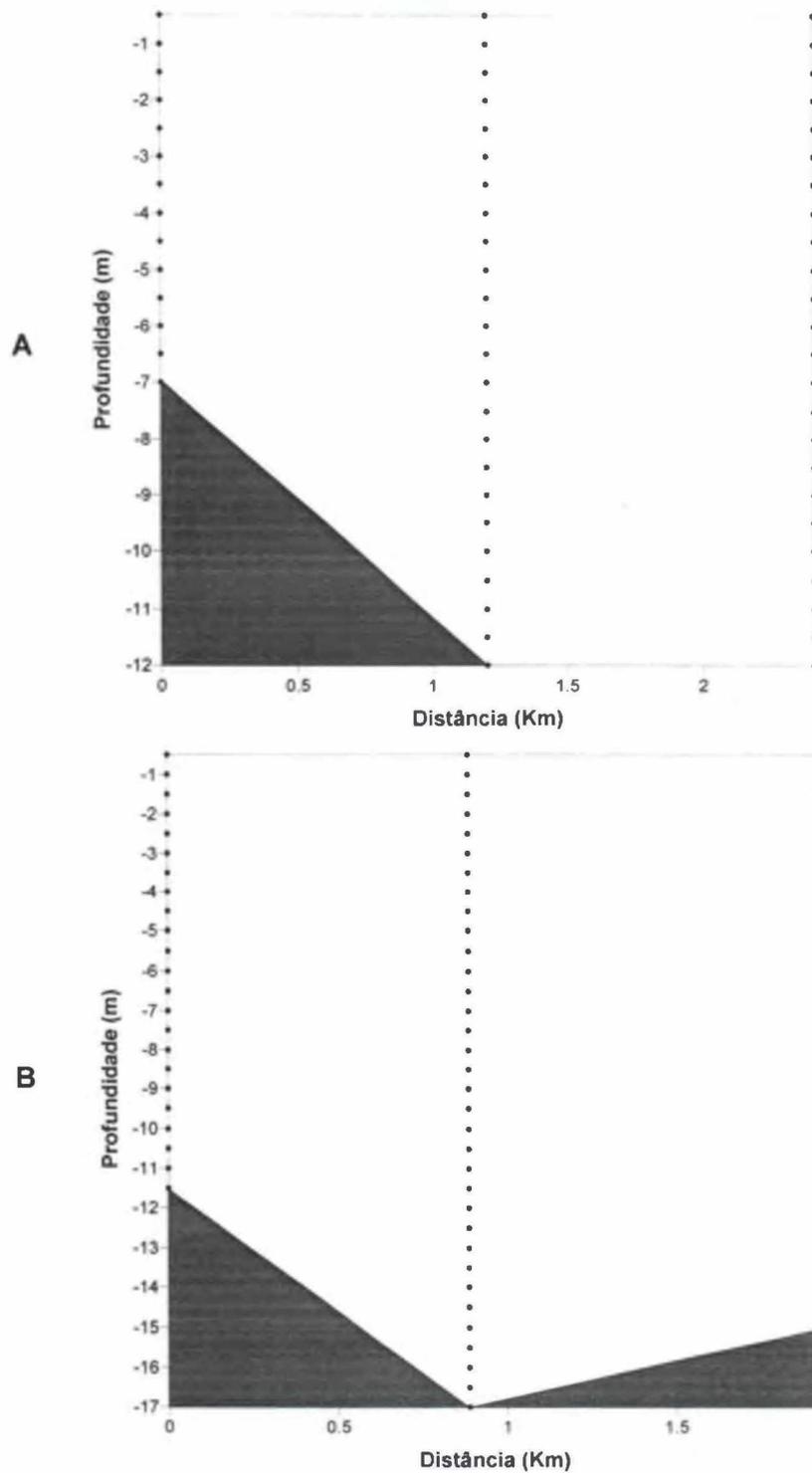


Figura 36. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 21 de janeiro de 2000: (A) perfil interno (entre 7 e 12 m), (B) perfil externo (entre 11,5 e 17 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

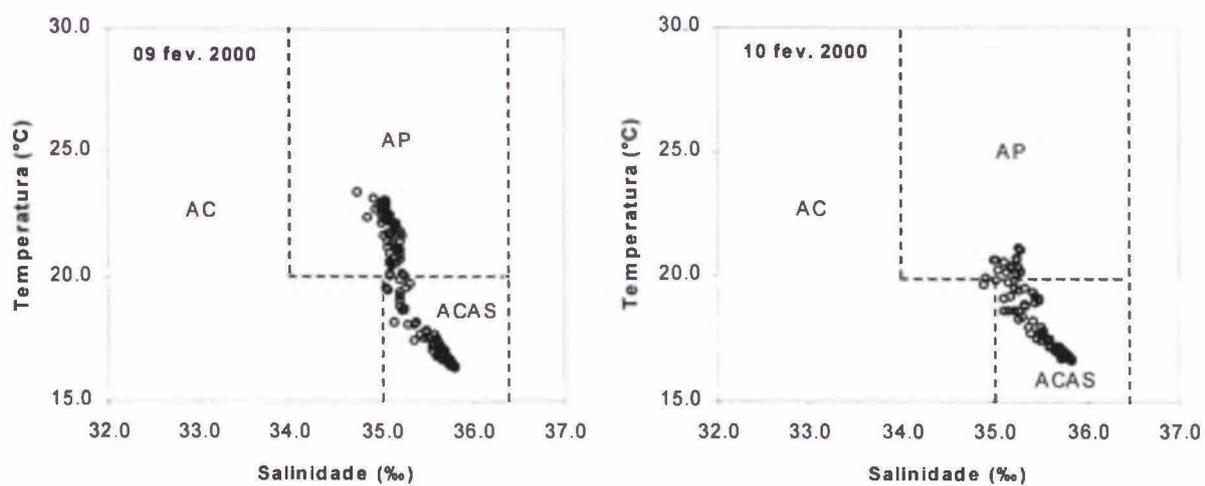


Figura 37. Diagramas TS da segunda campanha do verão de 2000 (dias 09 e 10 de fevereiro de 2000). O diagrama TS do dia 10 de fevereiro foi feito apenas com os dados medidos temporalmente no local de pesca.

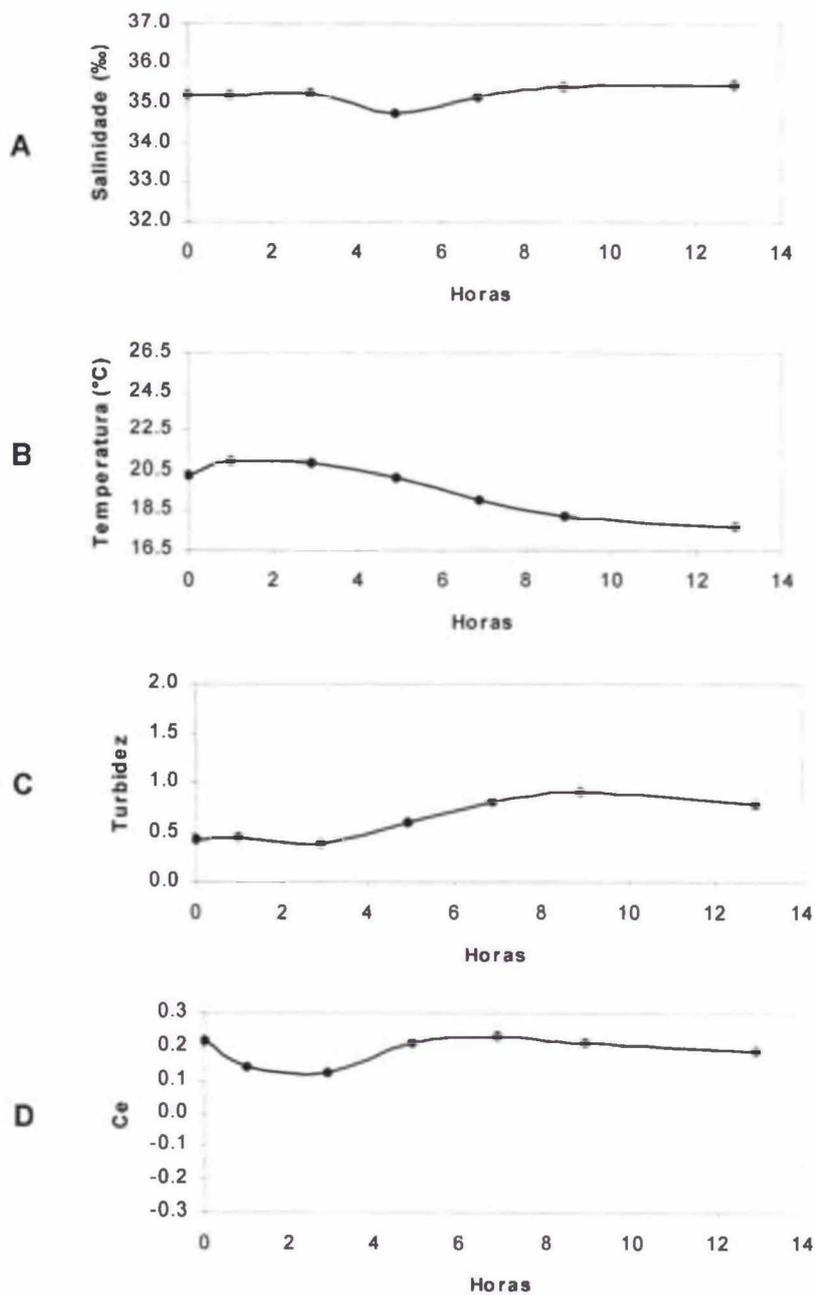


Figura 38. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C), (C) turbidez médias e (D) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 09 e 10 de fevereiro de 2000. A turbidez é dada na medida fornecida pelo turbidímetro. Hora 0 = 17:05 horas do dia 09 de fevereiro de 2000.

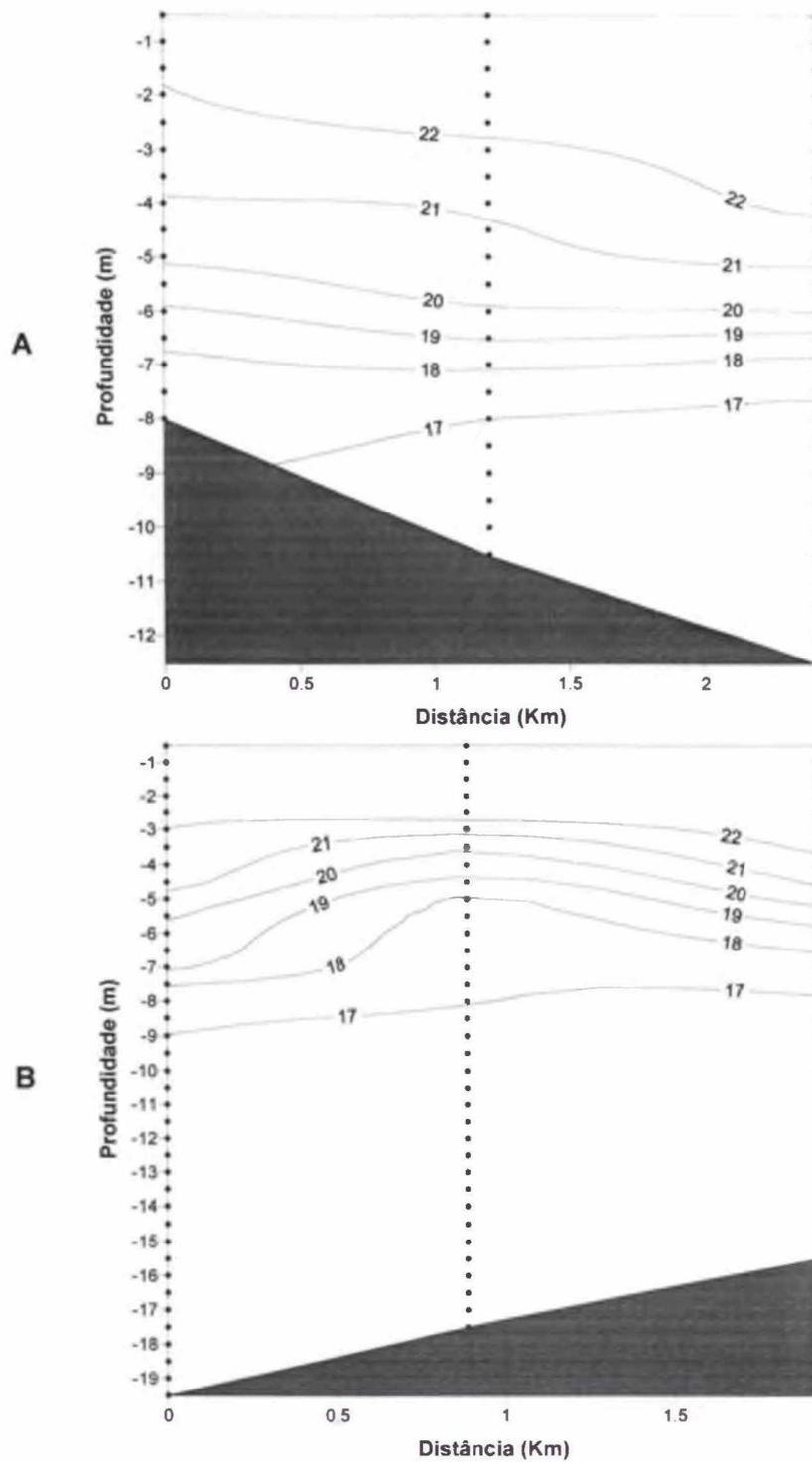


Figura 39. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 09 de fevereiro de 2000: (A) perfil interno (entre 8 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19,5 m).

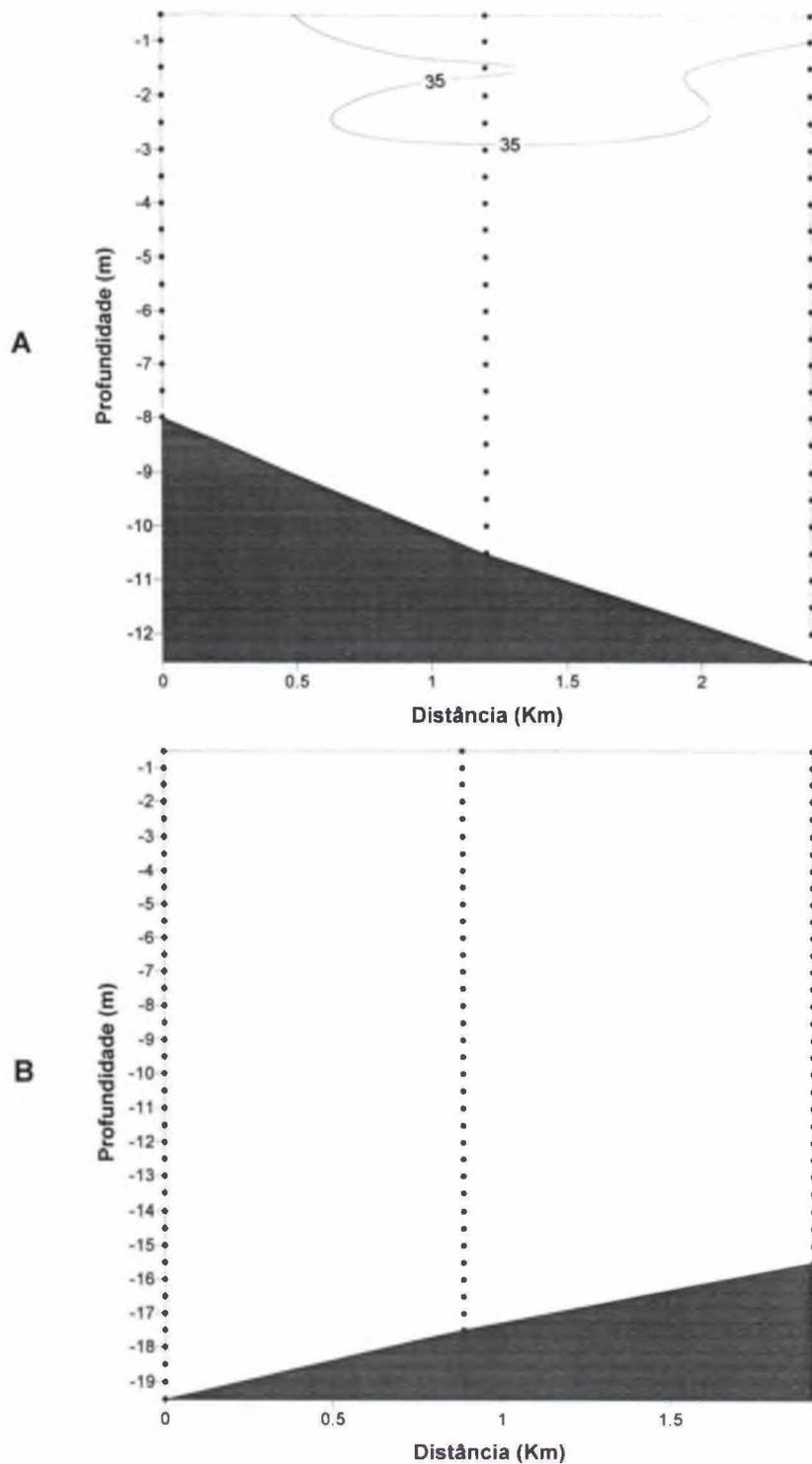


Figura 40. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 09 de fevereiro de 2000: (A) perfil interno (entre 8 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19,5 m). A salinidade foi de 35,5‰ em toda a coluna d'água.

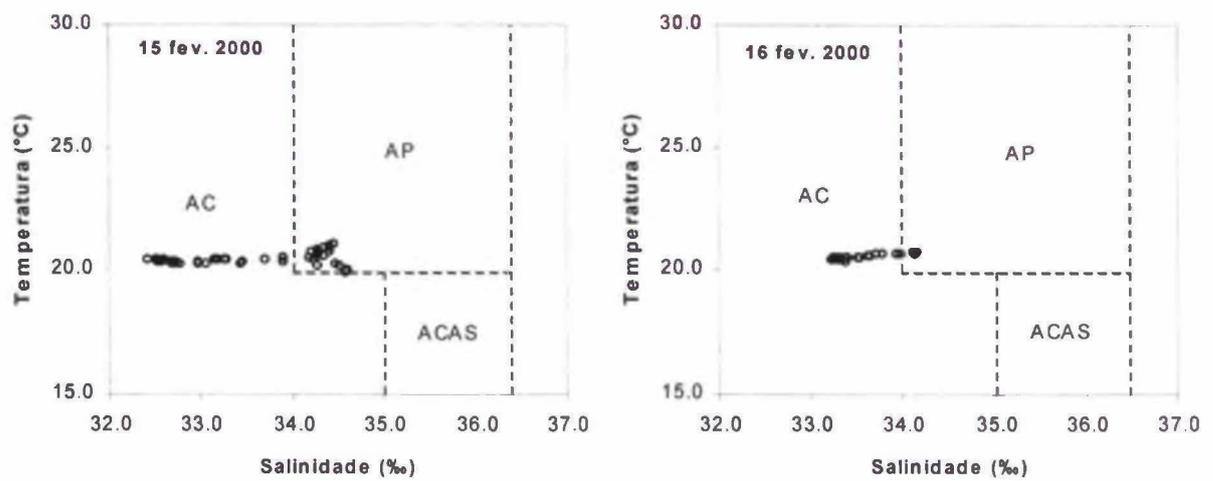


Figura 41. Diagramas TS da terceira campanha do verão de 2000 (dias 15 e 16 de fevereiro de 2000). Ambos diagramas TS foram feitos apenas com os dados medidos temporalmente no local de pesca.

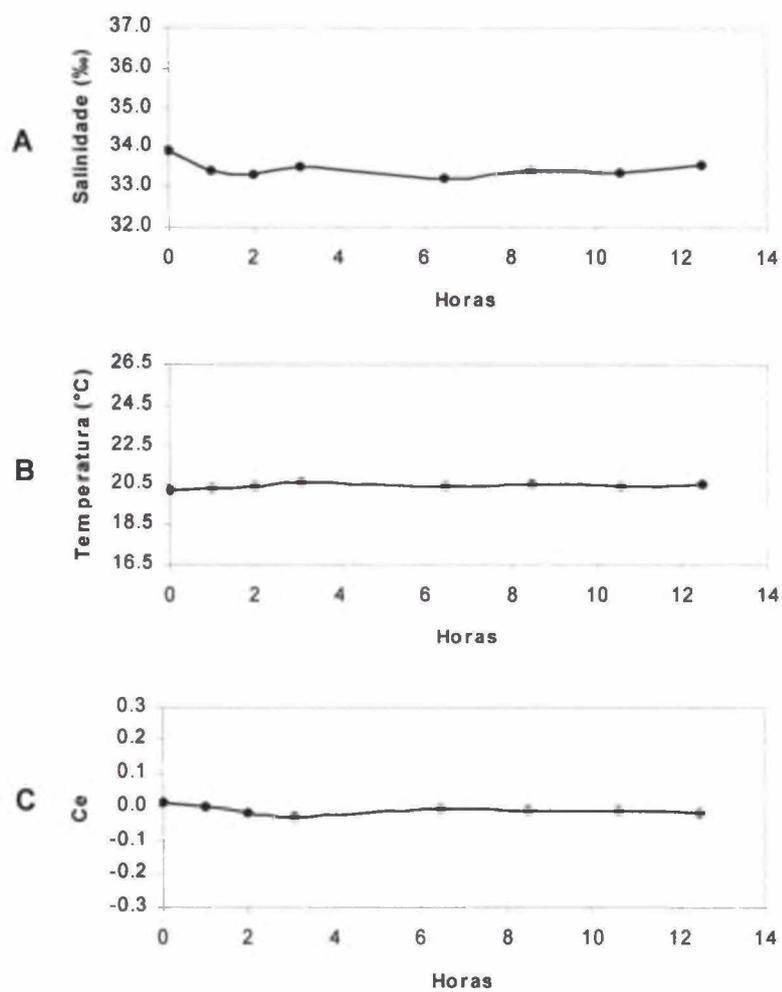


Figura 42. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C) médias e (C) coeficiente de estratificação (*Ce*) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 15 e 16 de fevereiro de 2000. Hora 0 = 16:45 horas do dia 15 de fevereiro de 2000.

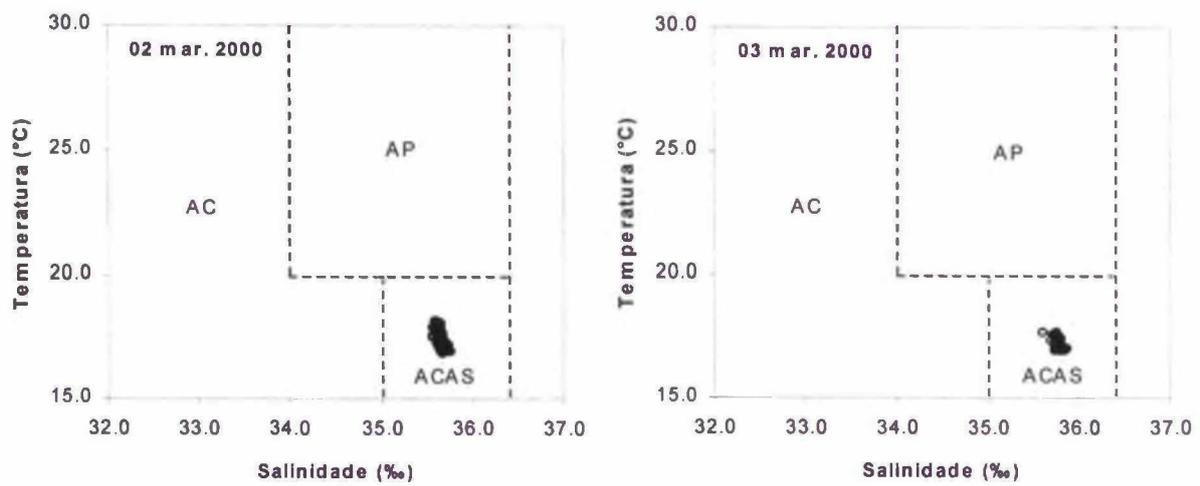


Figura 43. Diagramas TS da quarta campanha do verão de 2000 (dias 02 e 03 de março de 2000).

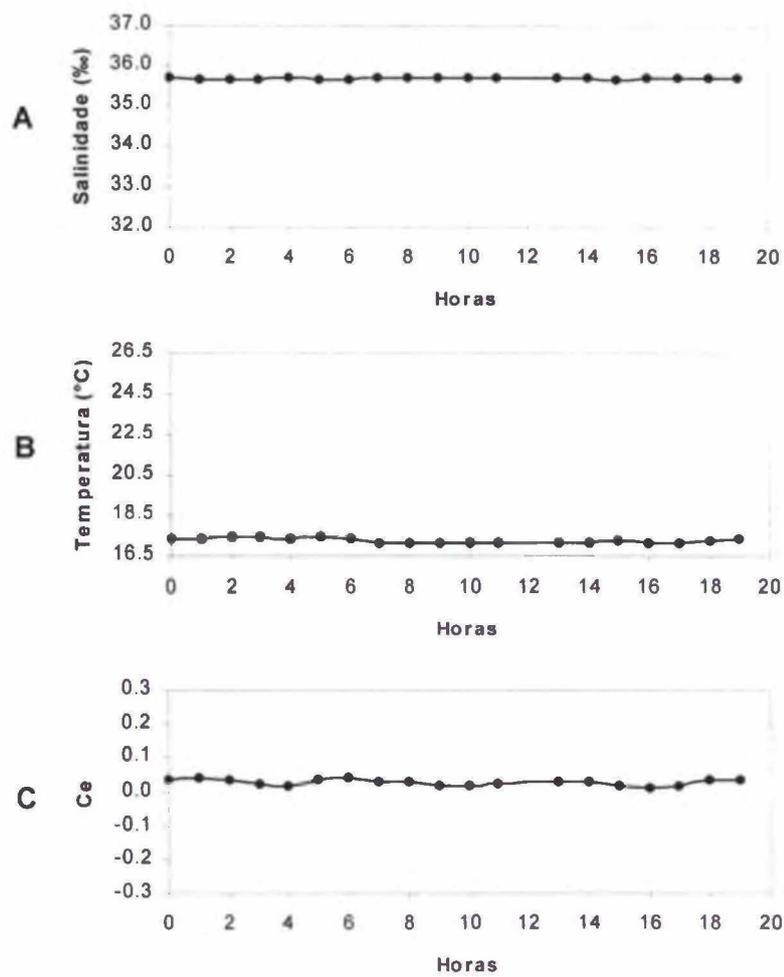


Figura 44. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C) médias e (C) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 02 e 03 de março de 2000. Hora 0 = 13:45 horas do dia 02 de março de 2000.

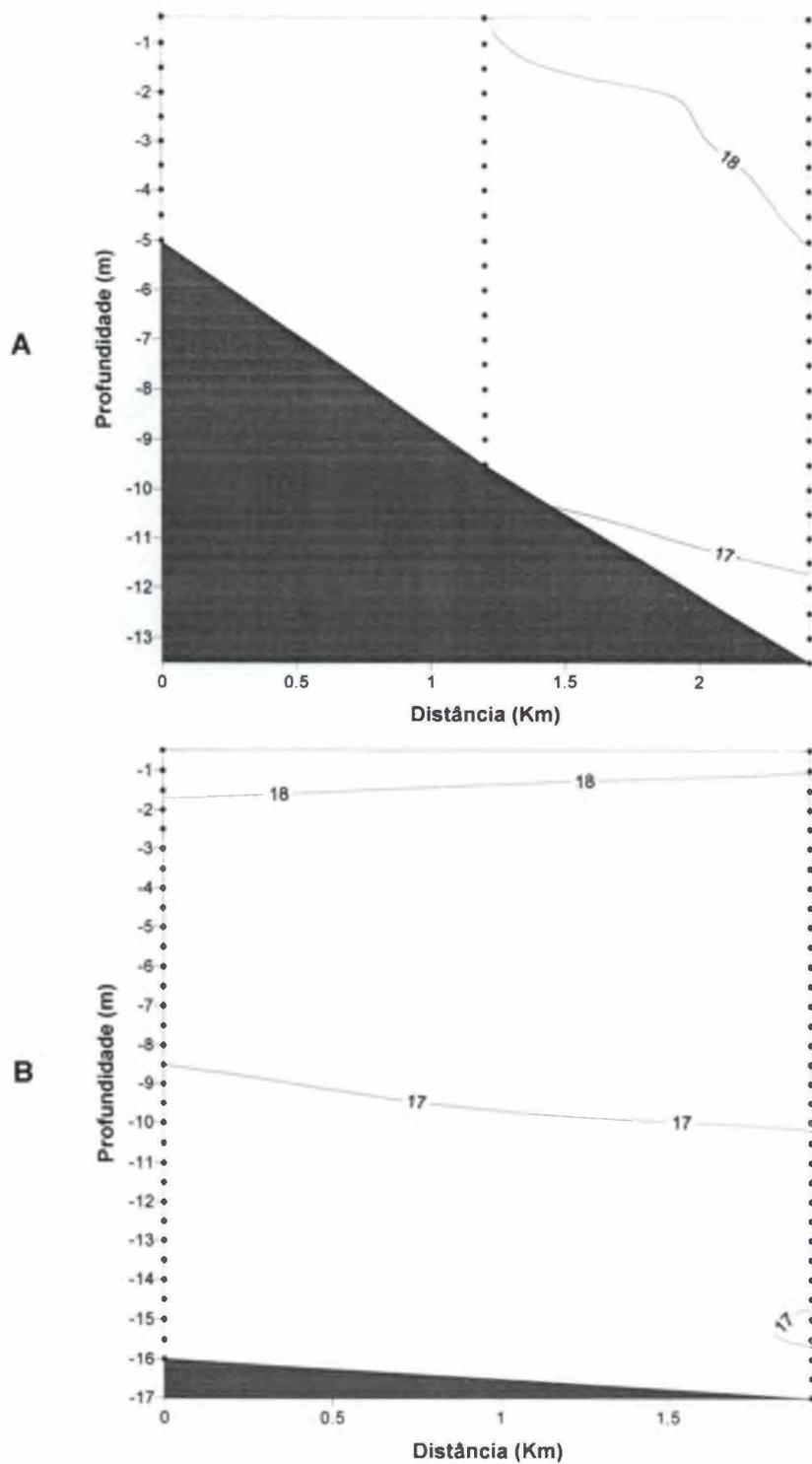


Figura 45. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 16 e 17 m).

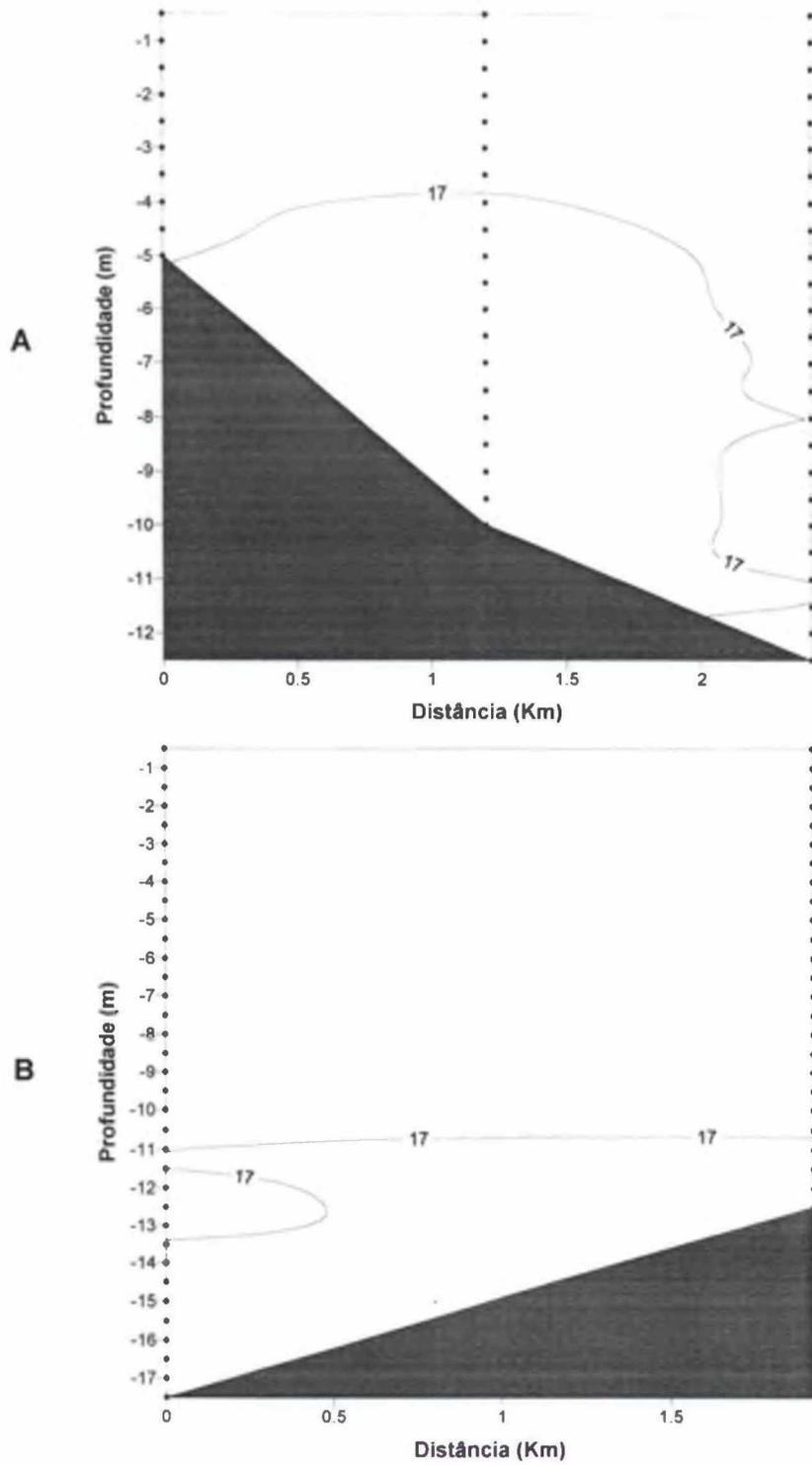


Figura 46. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 03 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 12,5 e 17,5 m).

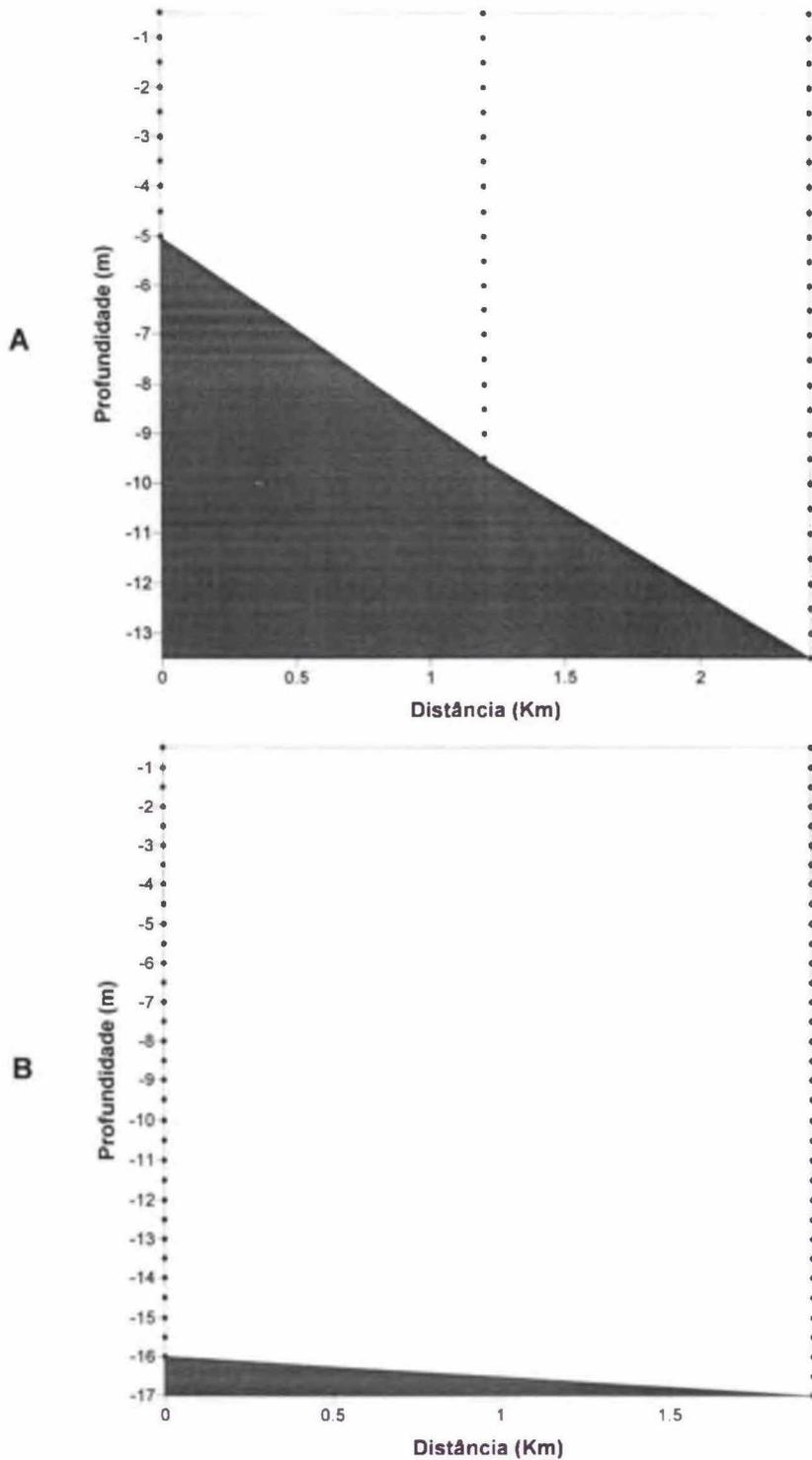


Figura 47. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enxada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 16 e 17 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

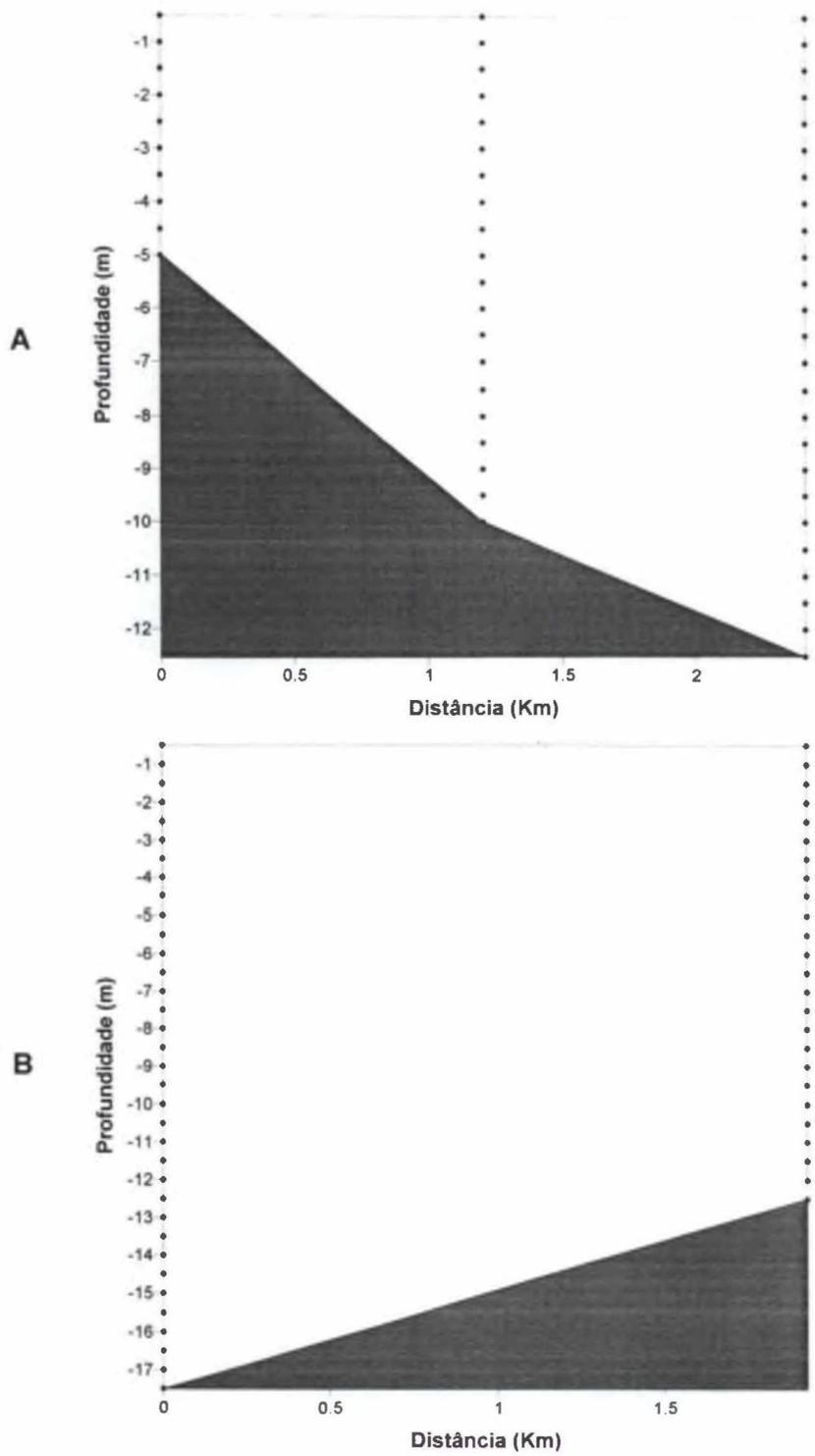


Figura 48. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enxada do Pântano do Sul, dia 03 de março de 2000: (A) perfil interno (entre 5 e 12,5 m), (B) perfil externo (entre 12,5 e 17,5 m). A salinidade foi de 35,5‰ em ambos perfis.

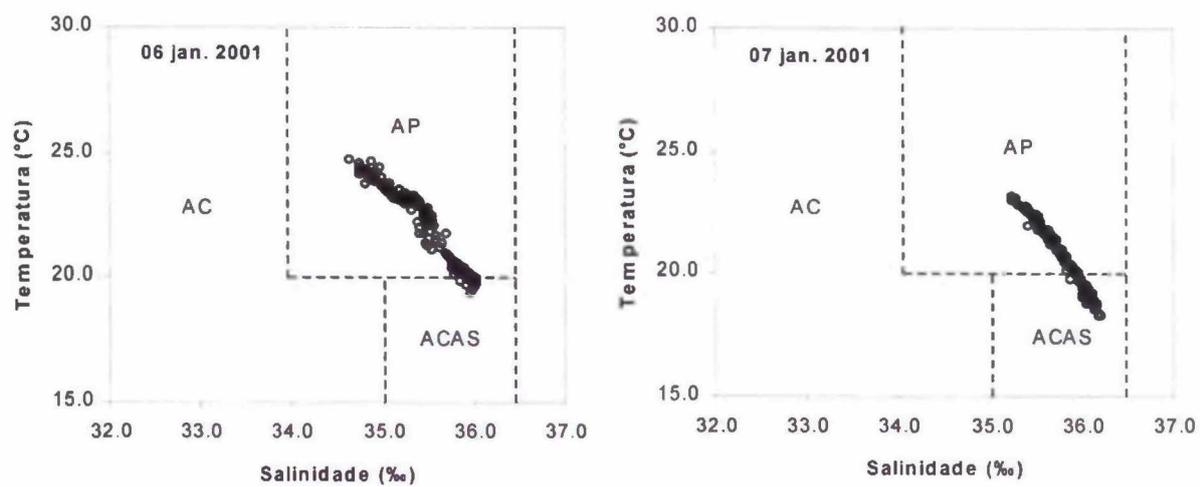


Figura 49. Diagramas TS da primeira campanha do verão de 2001 (dias 06 e 07 de janeiro de 2001).

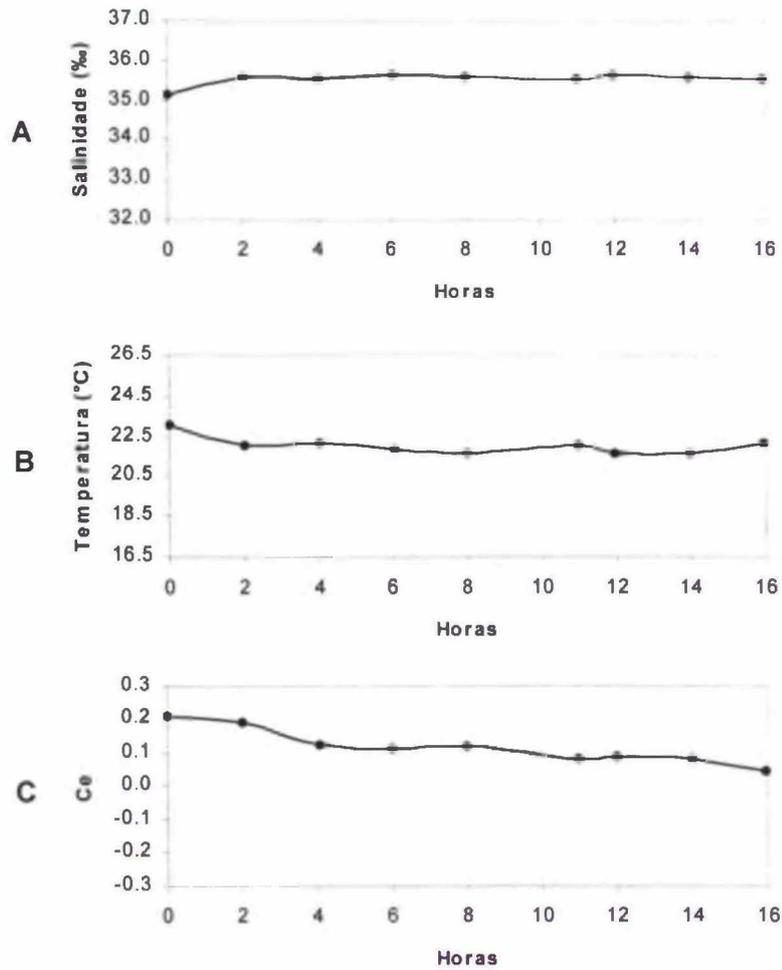


Figura 50. Variação temporal (A) da salinidade (‰), (B) temperatura (°C) médias e (C) coeficiente de estratificação (C_e) no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 06 e 07 de janeiro de 2001. Hora 0 = 14:41 horas do dia 06 de janeiro de 2001.

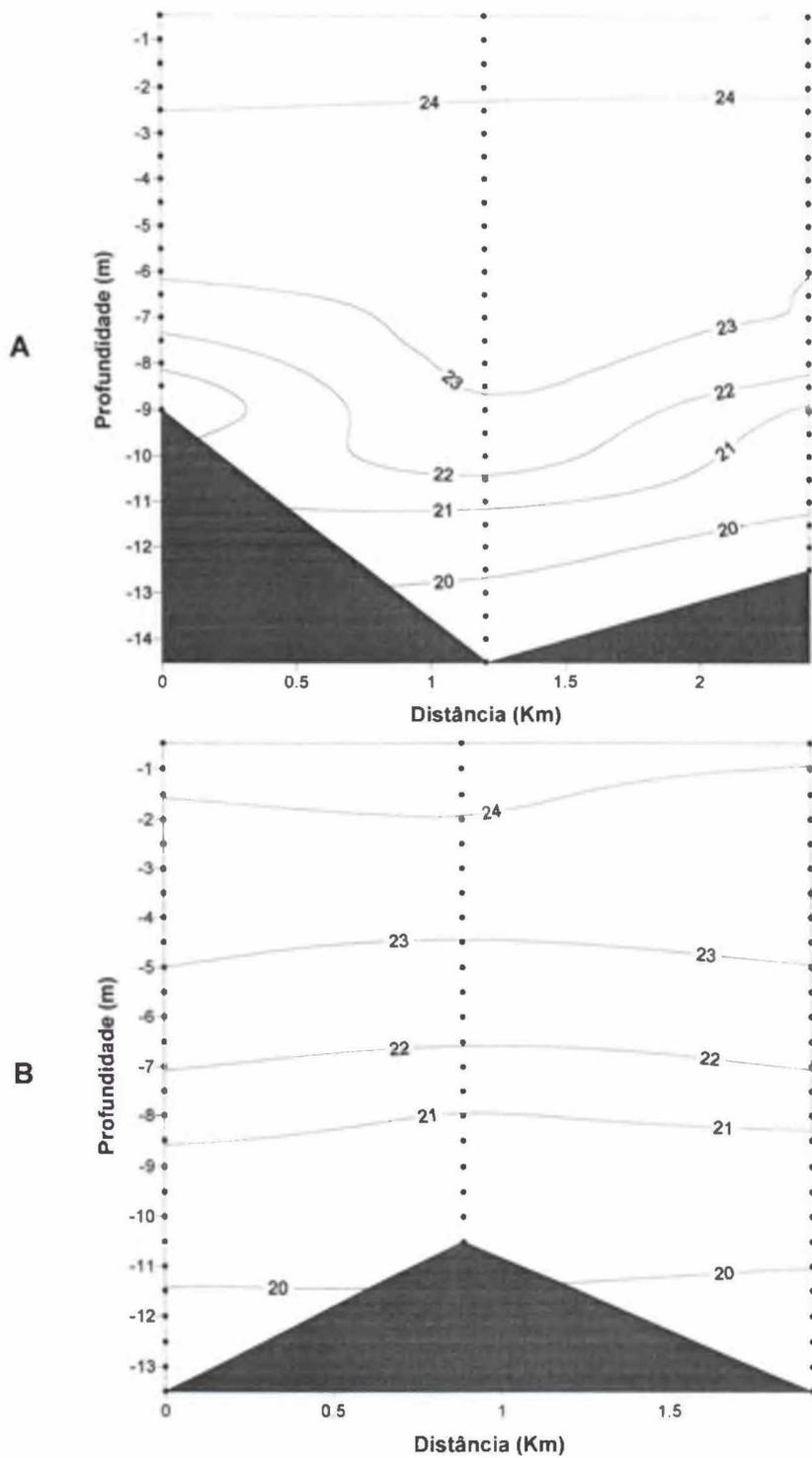


Figura 51. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 06 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 9 e 14,5 m), (B) perfil externo (entre 10,5 e 13,5 m).

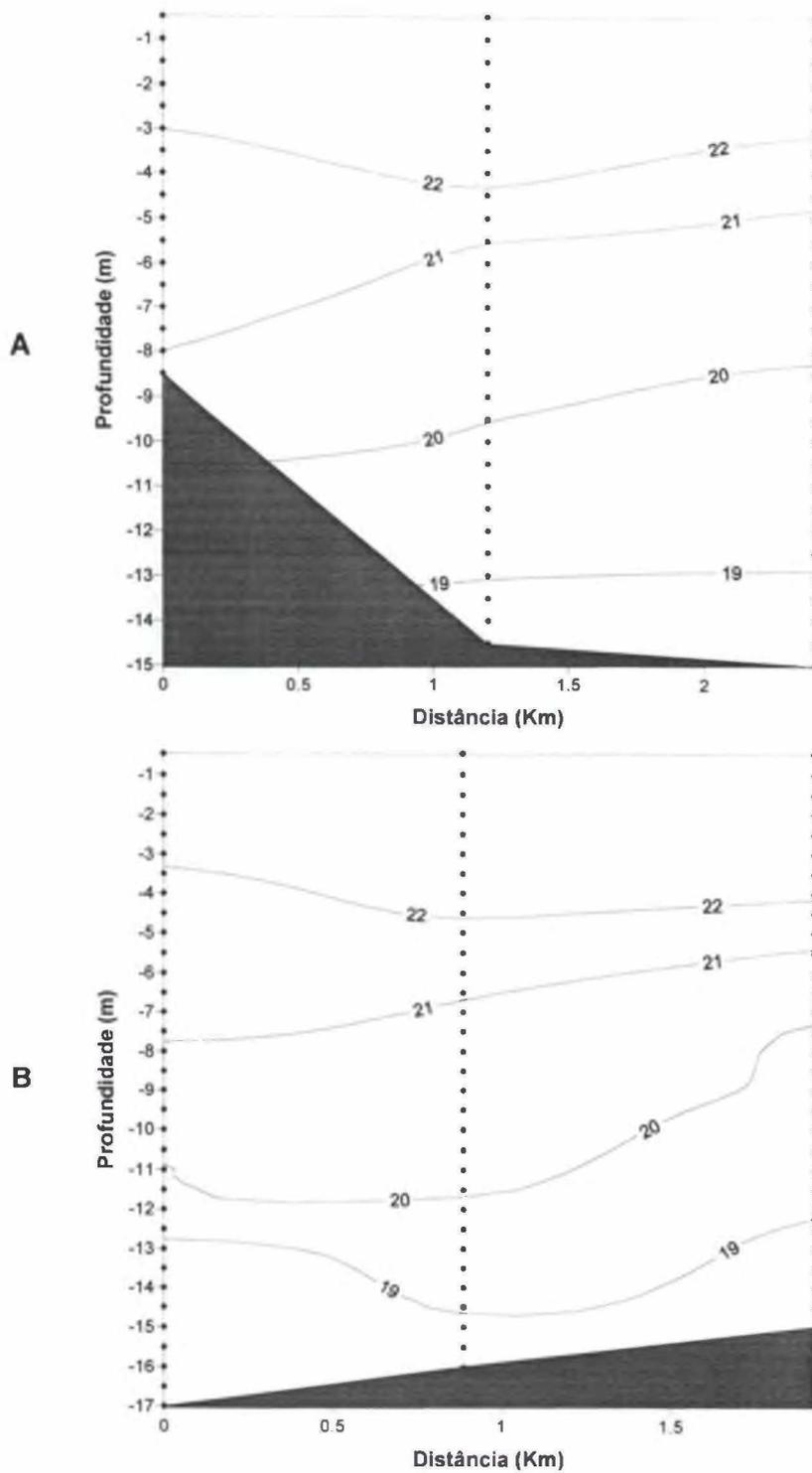


Figura 52. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 07 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 8,5 e 15 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 17 m).

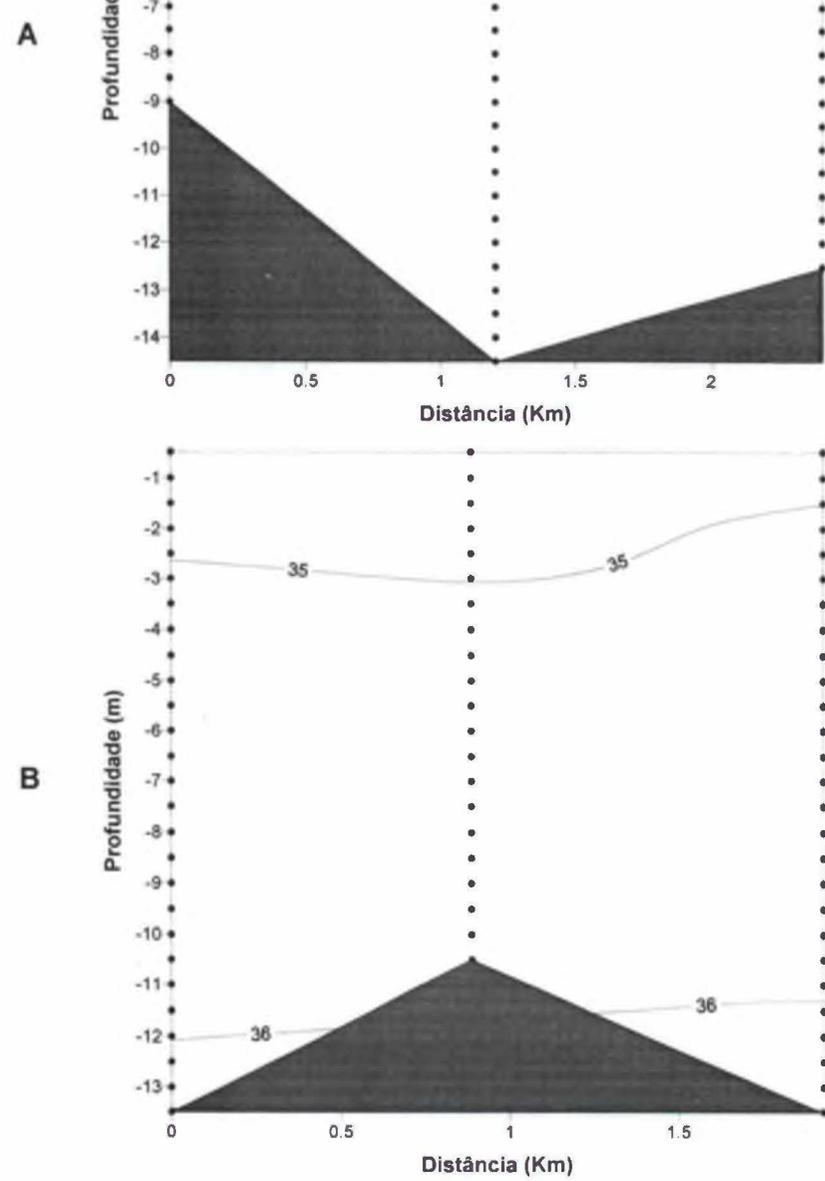


Figura 53. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 06 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 9 e 14,5 m), (B) perfil externo (entre 10,5 e 13,5 m).

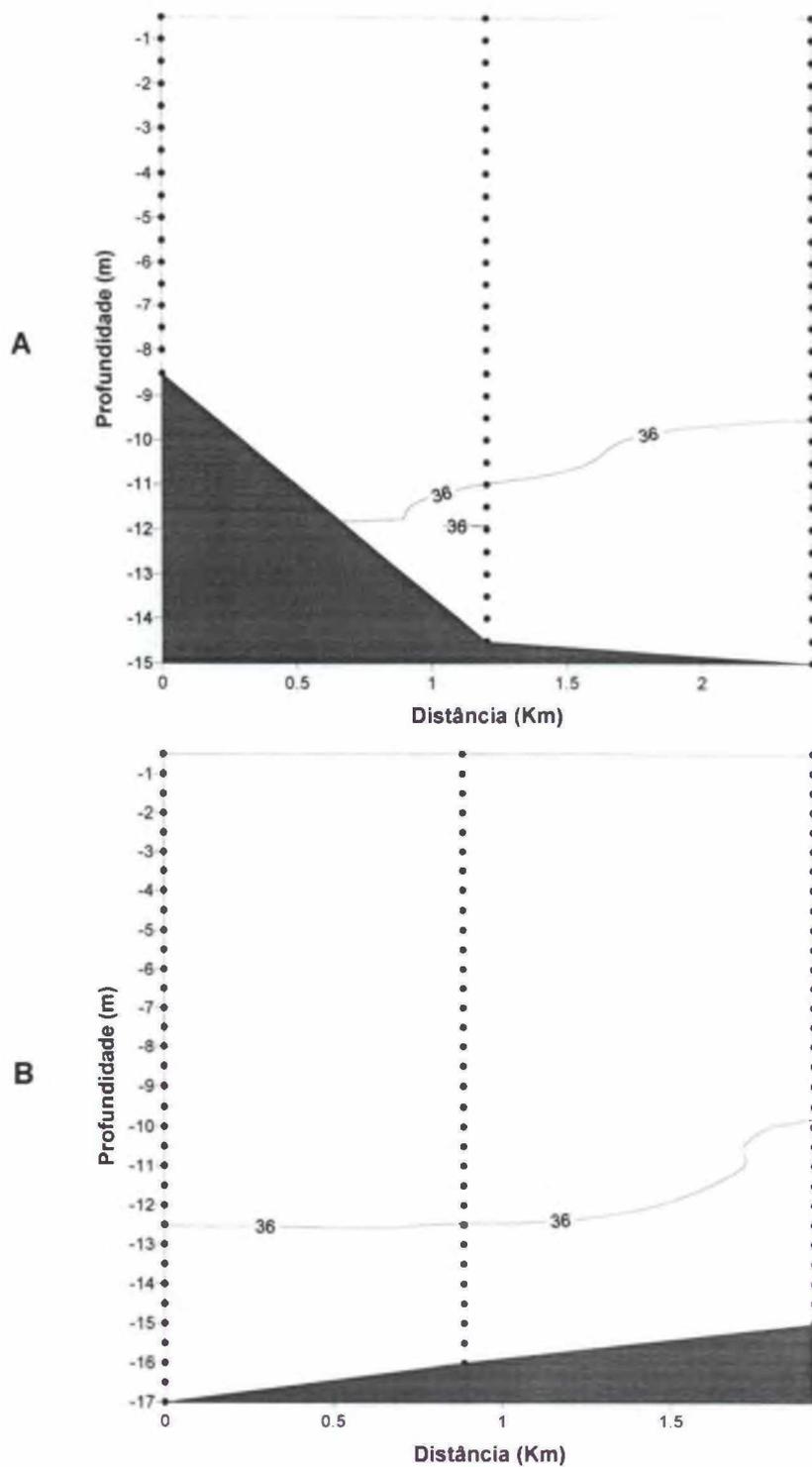


Figura 54. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 07 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 8,5 e 15 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 17 m).

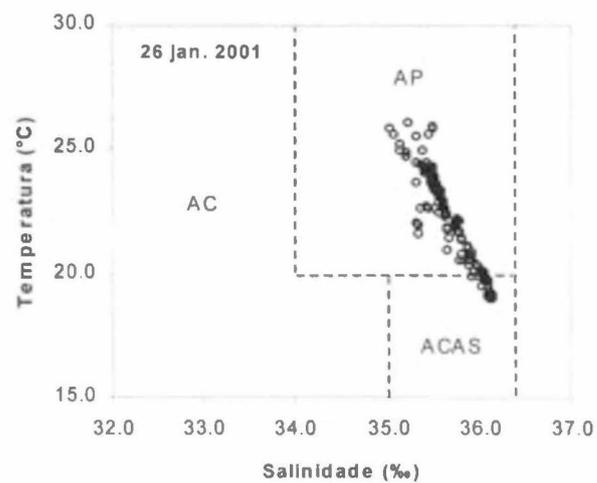


Figura 55. Diagrama TS da segunda campanha do verão de 2001 (dia 26 de janeiro de 2001).

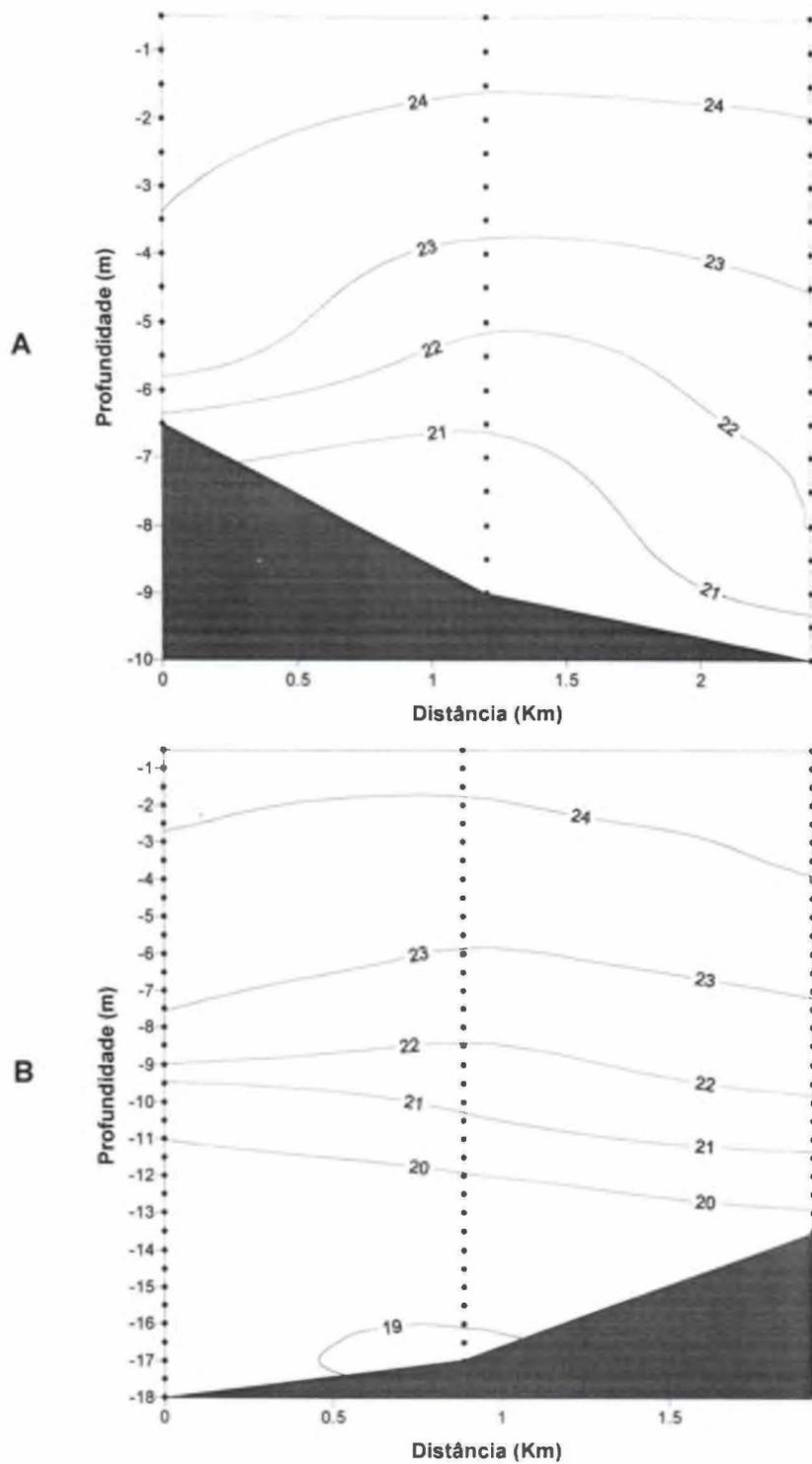


Figura 56. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 6,5 e 10 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18 m).

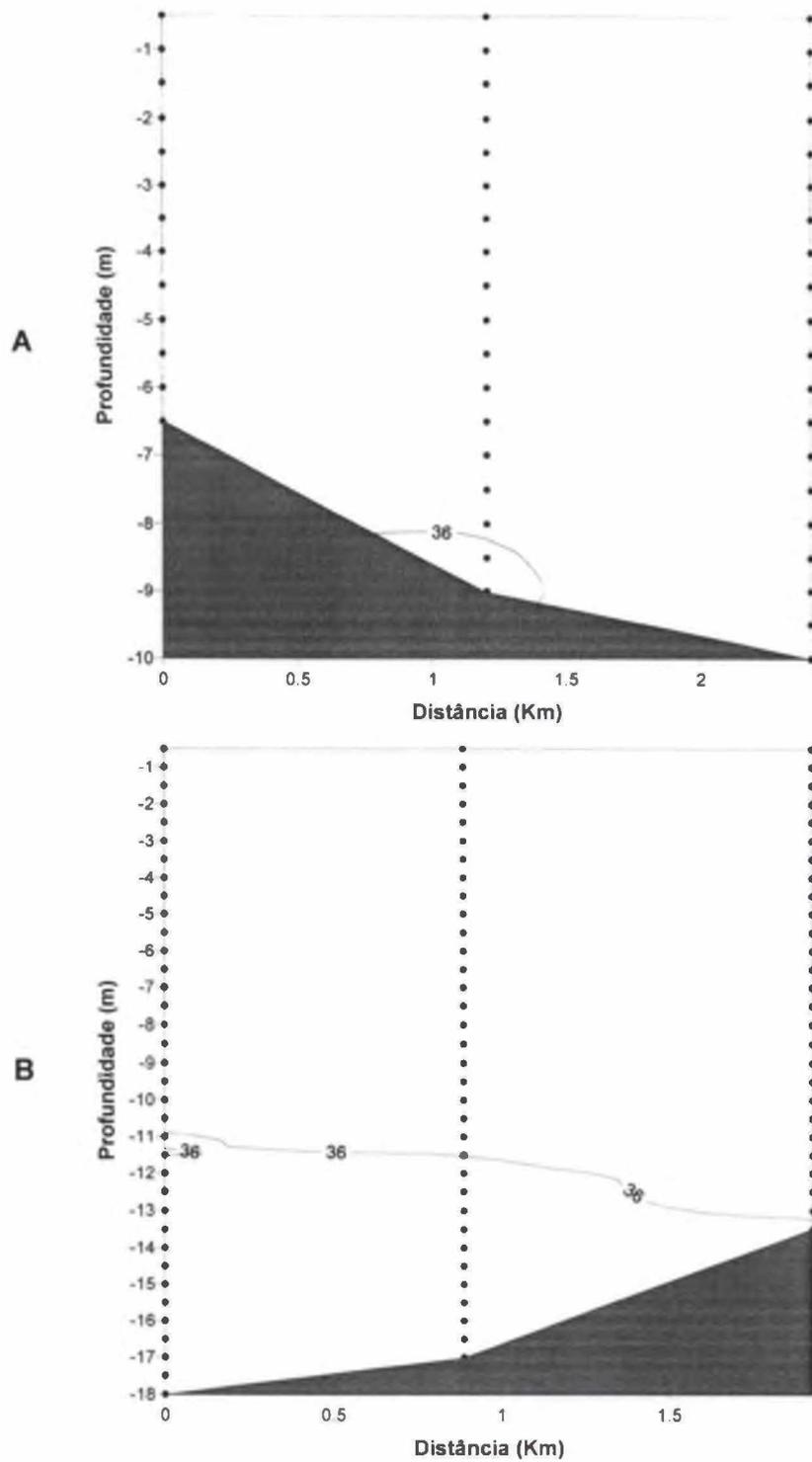


Figura 57. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 26 de janeiro de 2001: (A) perfil interno (entre 6,5 e 10 m), (B) perfil externo (entre 13,5 e 18 m).

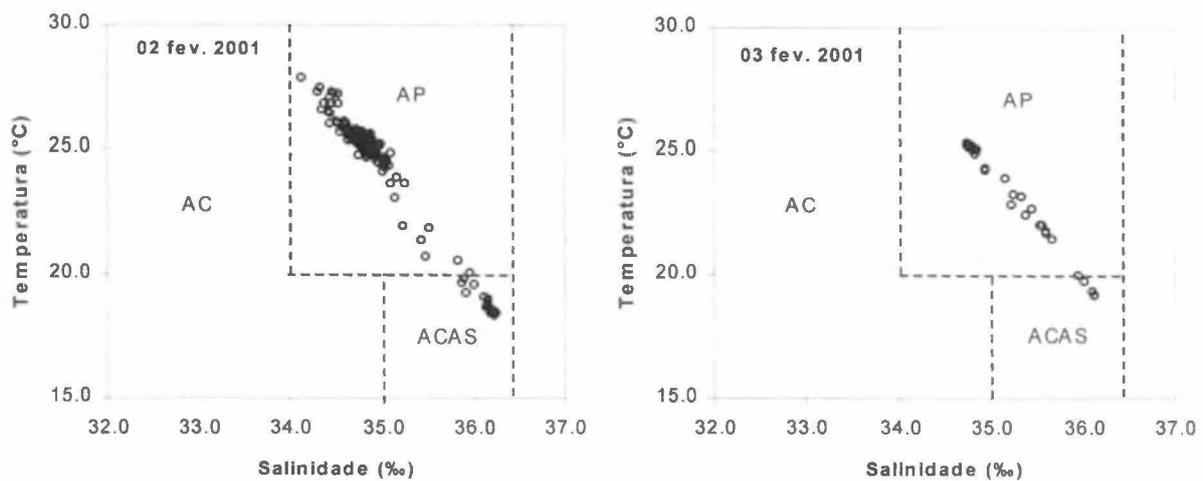


Figura 58. Diagrama TS da terceira campanha do verão de 2001 (dia 02 e 03 de fevereiro de 2001). O diagrama TS do dia 03 de fevereiro foi feito apenas com os dados medidos temporalmente no local de pesca.

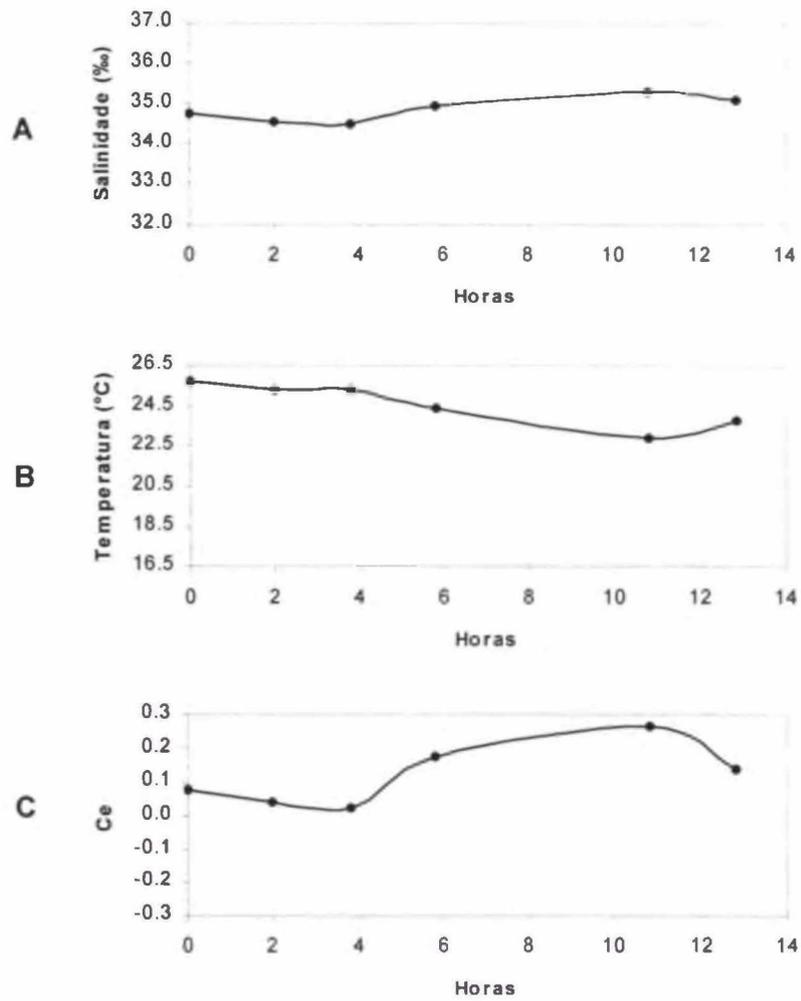


Figura 59. Variação temporal (A) da salinidade (‰) e (B) temperatura (°C) médias no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 02 e 03 de fevereiro de 2001. Hora 0 = 14:29 horas do dia 02 de fevereiro de 2001.

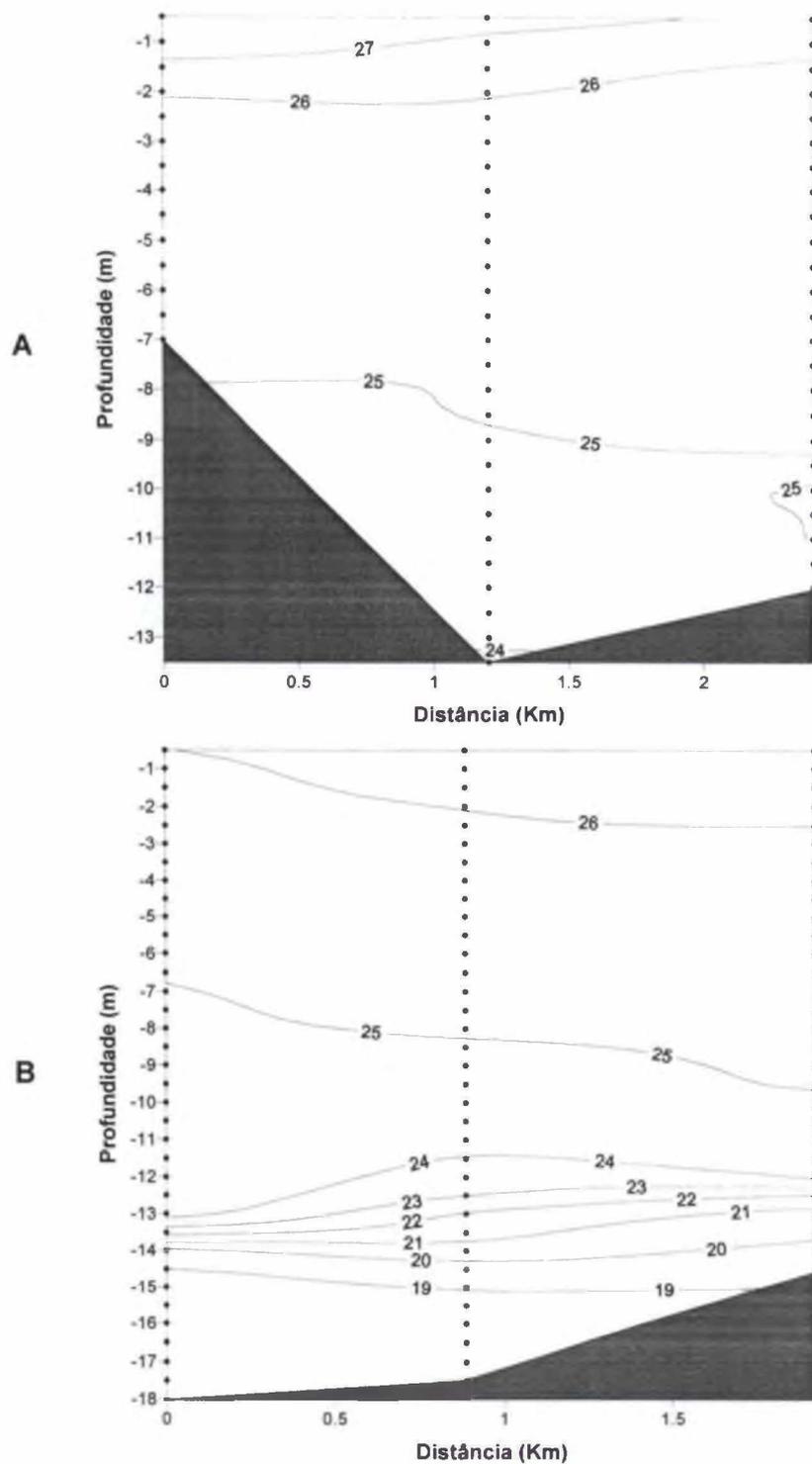


Figura 60. Distribuição vertical de temperatura (°C) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de fevereiro de 2001: (A) perfil interno (entre 7 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18 m).

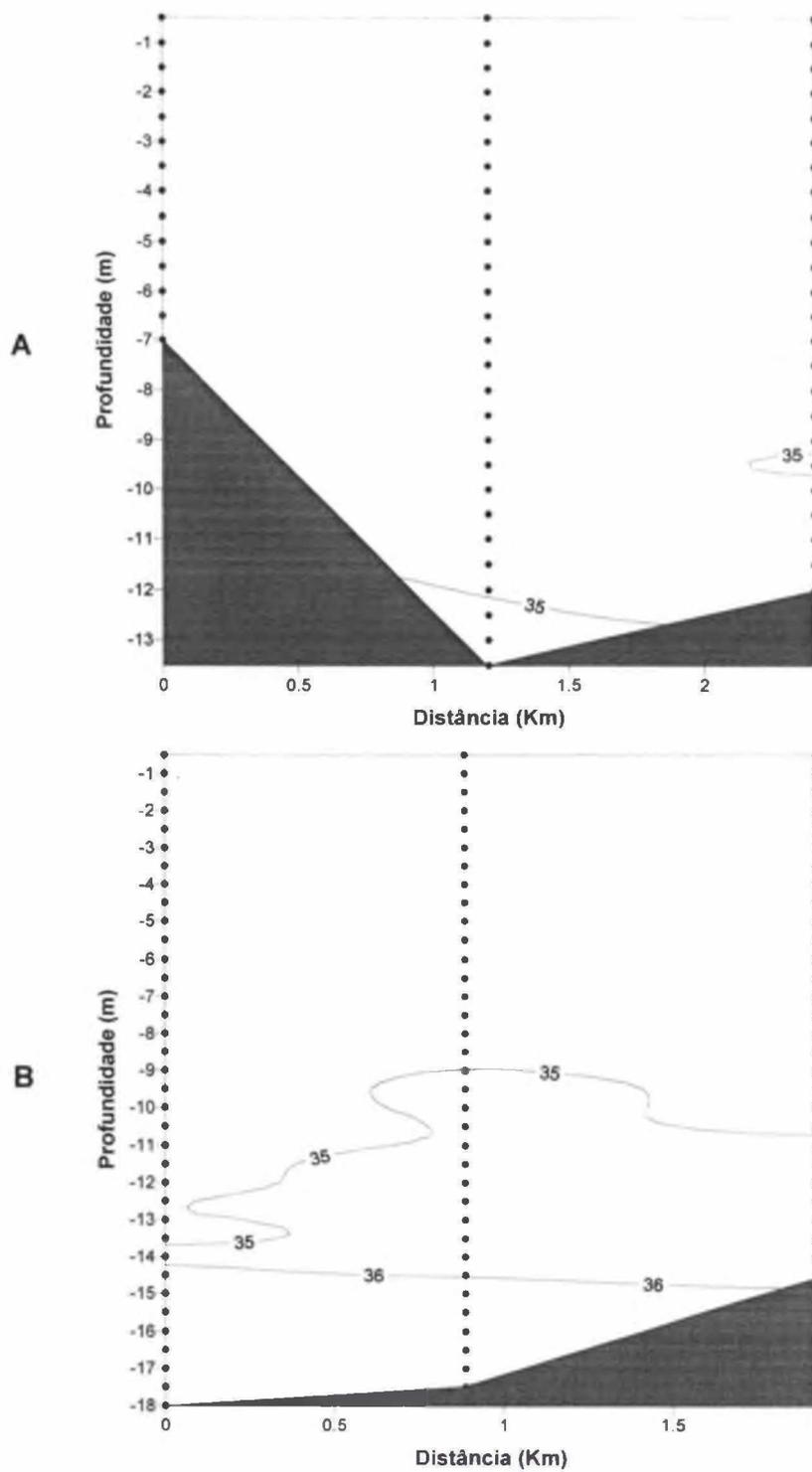


Figura 61. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de fevereiro de 2001: (A) perfil interno (entre 7 e 13,5 m), (B) perfil externo (entre 14,5 e 18 m).

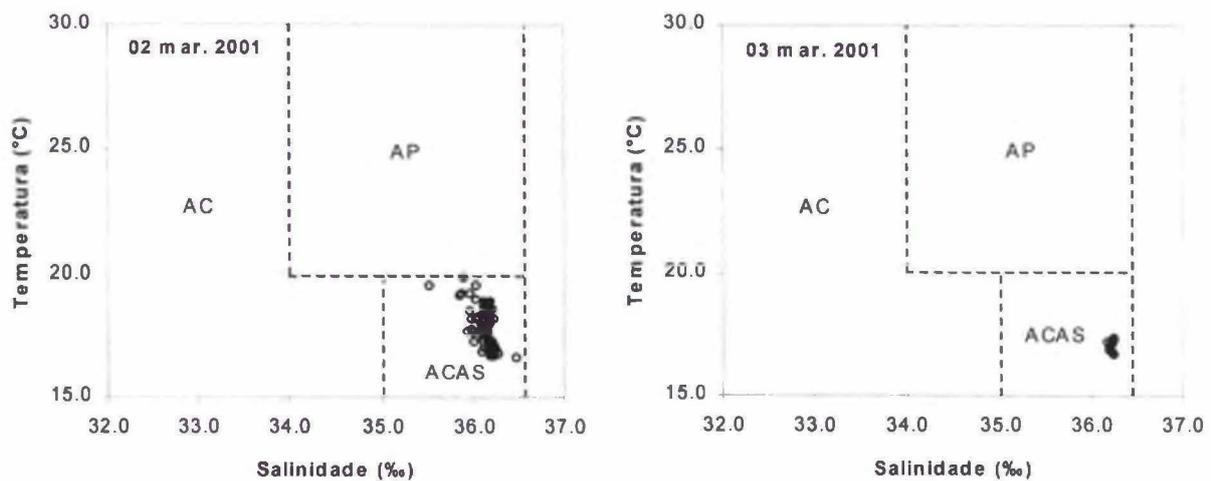


Figura 62. Diagrama TS da quarta campanha do verão de 2001 (dia 02 e 03 de março de 2001). O diagrama TS do dia 03 de março foi feito apenas com os dados medidos temporalmente no local de pesca.

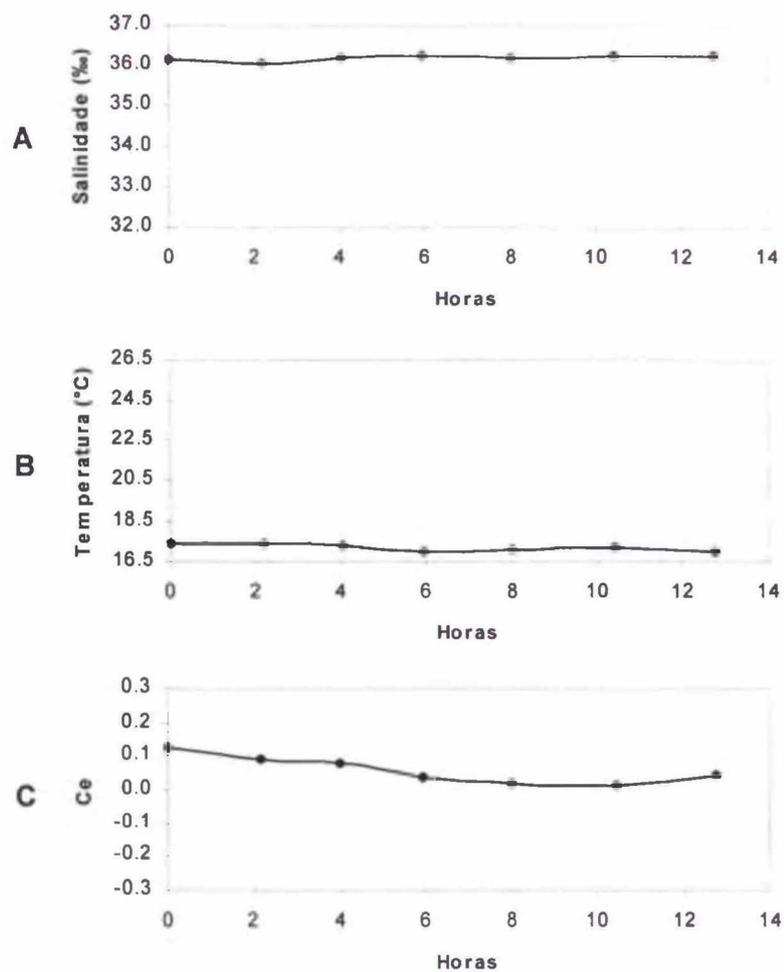


Figura 63. Variação temporal (A) da salinidade (‰) e (B) temperatura (°C) médias no ponto de pesca na Enseada do Pântano do Sul, dias 02 e 03 de março de 2001. Hora 0 = 13:18 horas do dia 02 de março de 2001.

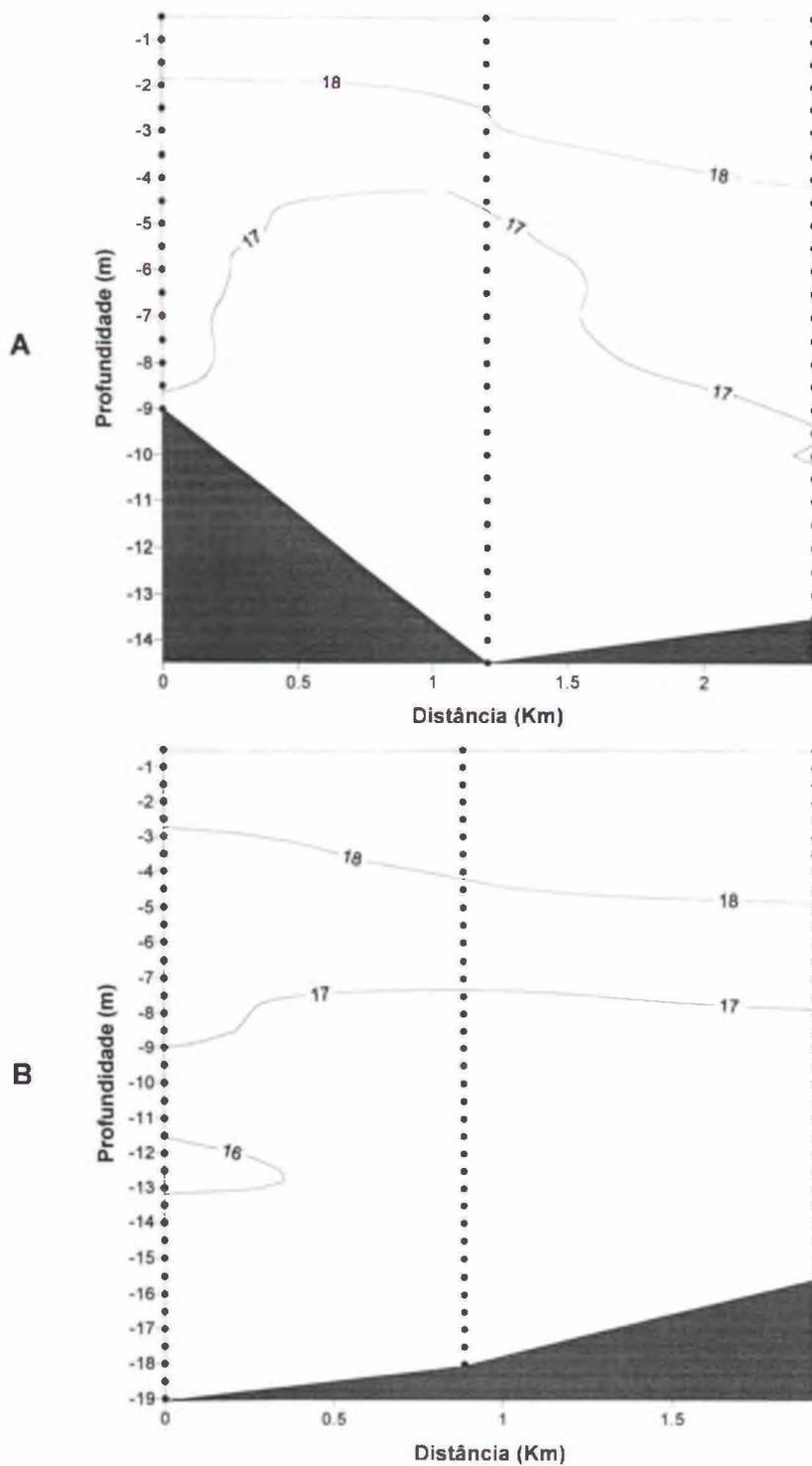


Figura 64. Distribuição vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2001: (A) perfil interno (entre 9 e 14,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19 m).

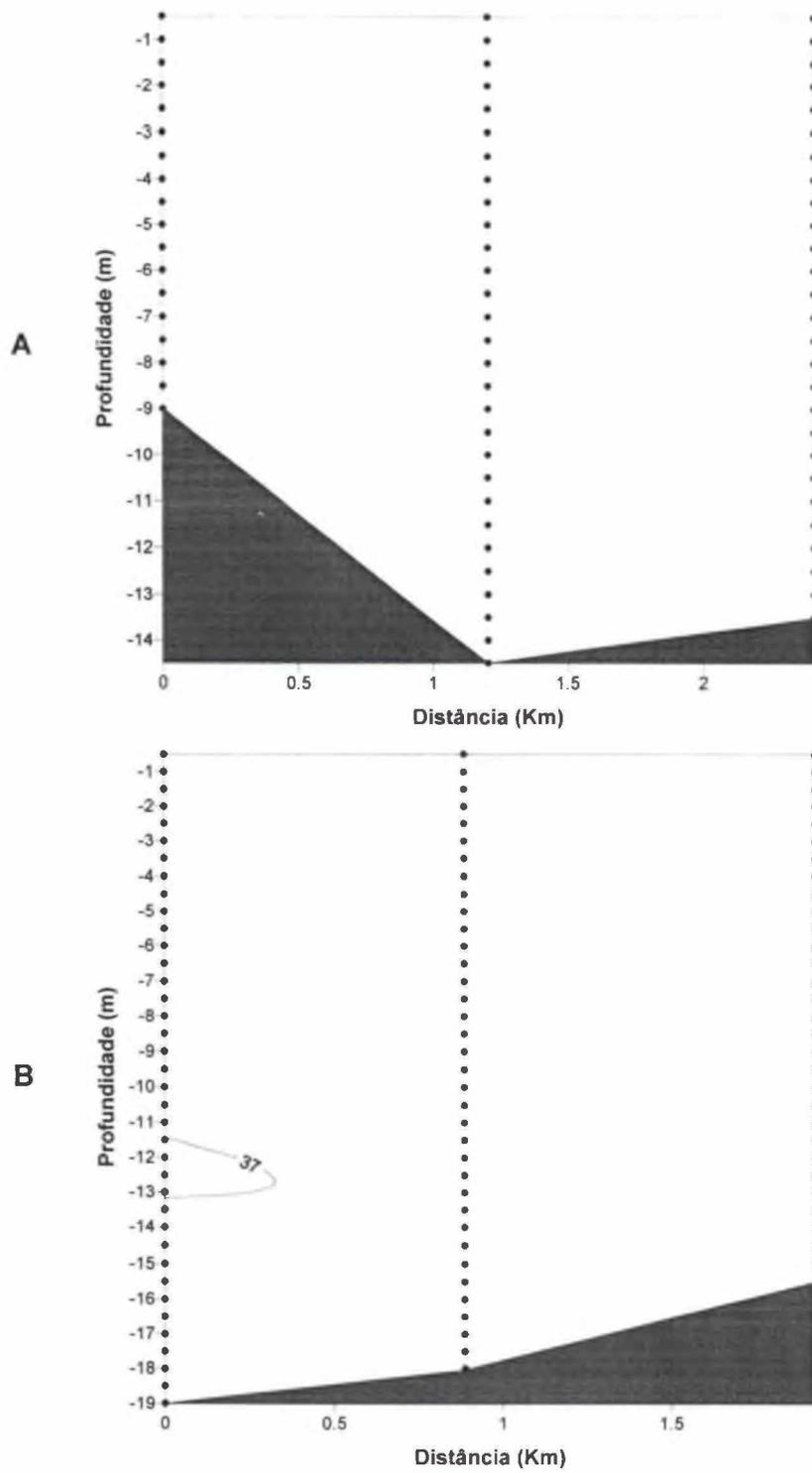


Figura 65. Distribuição vertical de salinidade (‰) na Enseada do Pântano do Sul, dia 02 de março de 2001: (A) perfil interno (entre 9 e 14,5 m), (B) perfil externo (entre 15,5 e 19 m).