Carolina Costa de Araújo

**OCEANOGRAFIA PESQUEIRA DOS ESTÁGIOS INICIAIS DE LOLIGINIDAE
(CEPHALOPODA: MYOPSIDA): PARALARVAS AO LONGO DA PLATAFORMA
CONTINENTAL ENTRE O CABO DE SÃO TOMÉ (RJ) E CANANÉIA (SP)
(22°–25°S)**

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientadora: Profa. Dra. Maria de los Angeles Gasalla

São Paulo
2013

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Oceanografia pesqueira dos estágios iniciais de Loliginidae (Cephalopoda: Myopsida): paralarvas ao longo da plataforma continental entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP) (22°–25°S)

Carolina Costa de Araújo

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.
(Versão corrigida)

Julgada em ____/____/____

_____
Prof(a). Dr(a).

_____
Conceito

_____
Prof(a). Dr(a).

_____
Conceito

_____
Prof(a). Dr(a).

_____
Conceito

Sumário

Índice de Figuras	i
Índice de Tabelas	xi
Agradecimentos	xii
Resumo	xiv
Abstract	xv
1. Introdução	1
2. Objetivos.....	8
2.1. Objetivo geral	8
2.2. Objetivos específicos	8
3. Área de estudo	9
4. Material e Métodos.....	11
4.1. Descrição das coletas de plâncton e dos dados hidrográficos	11
4.2. Processamento das amostras de plâncton	13
4.3. Processamento dos dados hidrográficos	16
4.4. Análises Estatísticas	17
5. Resultados.....	20
5.1. Ocorrência de paralarvas de Loliginidae.....	20
5.2. Distribuição e abundância de paralarvas	21
5.3. Síntese da ocorrência e distribuição das paralarvas de Loliginidae ...	98
5.4. Comprimento dorsal do manto (CM).....	100
5.5. Análises Estatísticas	108
6. Discussão	113
6.1. Identificação e Amostragem.....	113
6.2. Distribuição e abundância	114
7. Conclusões.....	124
8. Referências Bibliográficas.....	126
9. Anexos	135

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de localização das estações oceanográficas dos 11 cruzeiros realizados entre cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP) no período entre 1991 e 2005, pelo IOUSP.	13
Figura 2. Padrão de cromatóforos do manto dorsal e ventral das paralarvas de Loliginidae. (a) <i>D. sanpaulensis</i> (BARÓN, 2003b); (b) <i>D. plei</i> (McCONATHY et al., 1980); (c) <i>D. plei</i> – espécime preservado (HANLON et al., 1992); (d) <i>L. brevis</i> (McCONATHY et al., 1980); (e) <i>L. brevis</i> – espécime preservado (VECCHIONE, 1982). Círculos fechados: cromatóforos vermelhos; Círculos abertos: cromatóforos amarelos; CP: <i>cheek patch area</i>	15
Figura 3. Composição taxonômica das paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).....	21
Figura 4. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.	24
Figura 5. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1	25
Figura 6. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.....	25
Figura 7. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 1–5, cruzeiro SARDINHA-1	26
Figura 8. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 6–10, cruzeiro SARDINHA-1.....	27
Figura 9. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 11–15, no cruzeiro SARDINHA-1	28
Figura 10. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 16–18, cruzeiro SARDINHA-1.	29
Figura 11. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.....	29

Figura 12. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.....	30
Figura 13. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	31
Figura 14. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis sanpaulensis</i> coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	32
Figura 15. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis plei</i> coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	32
Figura 16. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.....	33
Figura 17. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.....	34
Figura 18. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 1–5, no cruzeiro SARDINHA-2.....	35
Figura 19. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 6–10, no cruzeiro SARDINHA-2.....	36
Figura 20. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 11–15, no cruzeiro SARDINHA-2.....	37
Figura 21. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 16–17, no cruzeiro SARDINHA-2.....	38
Figura 22. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), no cruzeiro SARDINHA-2.....	38
Figura 23. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	39

Figura 24. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	40
Figura 25. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.	41
Figura 26. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	42
Figura 27. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis plei</i> coletadas com a rede bongô em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	43
Figura 28. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	43
Figura 29. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	44
Figura 30. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transectos 1–2, cruzeiro OPISS-1.	44
Figura 31. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transectos 3–7, cruzeiro OPISS-1.	45
Figura 32. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transecto 8, cruzeiro OPISS-1.	46
Figura 33. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), no cruzeiro OPISS-1.	46
Figura 34. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	46
Figura 35. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.	47

- Figura 36. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1. 48
- Figura 37. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1. 49
- Figura 38. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 50
- Figura 39. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 51
- Figura 40. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 52
- Figura 41. Distribuição horizontal da temperatura registrada em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 52
- Figura 42. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 53
- Figura 43. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transectos 1 e 2, cruzeiro OPISS-2. 53
- Figura 44. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transectos 3–7, cruzeiro OPISS-2. 54
- Figura 45. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transecto 8, cruzeiro OPISS-2. 55
- Figura 46. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 55
- Figura 47. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 55
- Figura 48. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2. 56

Figura 49. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), DEPROAS-1.....	58
Figura 50. Localização das estações de coleta da rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.	59
Figura 51. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.....	59
Figura 52. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis sanpaulensis</i> coletadas com a rede bongô em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.	60
Figura 53. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis sanpaulensis</i> coletadas com a rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.	60
Figura 54. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transectos 1–5, cruzeiro DEPROAS-1.....	61
Figura 55. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transecto 6, cruzeiro DEPROAS-1.....	62
Figura 56. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.	62
Figura 57. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.....	62
Figura 58. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.....	63
Figura 59. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).....	64
Figura 60. Localização das estações de coleta da rede Multinet em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).....	65
Figura 61. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Multinet em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).....	65

Figura 62. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis sanpaulensis</i> coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).....	66
Figura 63. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de <i>Doryteuthis plei</i> coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).....	66
Figura 64. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transectos 1-5, cruzeiro DEPROAS-2.	67
Figura 65. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transecto 6, cruzeiro DEPROAS-2.....	68
Figura 66. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.	68
Figura 67. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.	68
Figura 68. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em julho de 2002 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.	69
Figura 69. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP).	71
Figura 70. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.....	71
Figura 71. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.....	72
Figura 72. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 1–2, cruzeiro DEPROAS-3.....	72
Figura 73. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 3–7, cruzeiro DEPROAS-3.....	73
Figura 74. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 8–12, cruzeiro DEPROAS-3.....	74

- Figura 75. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 13–14, cruzeiro DEPROAS-3.....75
- Figura 76. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2002 na região na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.....75
- Figura 77. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-3. 76
- Figura 78. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-3. 77
- Figura 79. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.....78
- Figura 80. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4. 78
- Figura 81. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.....79
- Figura 82. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.....80
- Figura 83. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.....80
- Figura 84. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 1–5, cruzeiro DEPROAS-4. 81
- Figura 85. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 6–10, cruzeiro DEPROAS-4. 82
- Figura 86. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 11–13, cruzeiro DEPROAS-4. 83

- Figura 87. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.....83
- Figura 88. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-4. 84
- Figura 89. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-4. 85
- Figura 90. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3. 86
- Figura 91. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Lolliguncula brevis* coletadas com a rede bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.....86
- Figura 92. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3. 87
- Figura 93. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3. 87
- Figura 94. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), transectos 1-4, cruzeiro ECOSAN-3. 88
- Figura 95. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.....89
- Figura 96. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3 89
- Figura 97. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em setembro de 2005 na região de entre Santos e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....91
- Figura 98. Localização das estações de coleta da rede Multinet em setembro de 2005 na região entre a São Sebastião (SP) e Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....91
- Figura 99. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Multinet em setembro de 2005 na região entre São Sebastião e Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1. 92

- Figura 100. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em setembro de 2005 na região de entre Santos e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....92
- Figura 101. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Lolliguncula brevis* em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....93
- Figura 102. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em setembro de 2005 na região de entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....93
- Figura 103. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em setembro de 2005 na região de entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.....94
- Figura 104. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), transectos 1 e 2, cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1. 94
- Figura 105. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), transectos 3–6, cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1. 95
- Figura 106. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.....96
- Figura 107. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em setembro de 2005 na região entre de São Sebastião e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1...96
- Figura 108. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em setembro de 2005 na região entre de São Sebastião e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1...97
- Figura 109. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de coletadas com a rede Bongô (a) e com a Multinet (b) no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).101
- Figura 110. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de verão no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). 102
- Figura 111. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de primavera no período entre 1997 e 2005 na região entre São Sebastião e Peruíbe (SP). 103

- Figura 112. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de inverno no período entre 2001 e 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP)..... 103
- Figura 113. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (esquerda), 51 e 100 m (direita) nos meses de verão (a), primavera (b) e inverno (c) no período entre 1993 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP)..... 105
- Figura 114. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (esquerda), 51 e 100 m (direita) nos meses de verão (a), primavera (b) e inverno (c) no período entre 1993 e 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP)..... 106
- Figura 115. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede Multinet entre superfície e 20 m e entre 20 e 40 m no verão de 2001 e 2005 na região de Cabo Frio (RJ) 106
- Figura 116. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Lolliguncula brevis* coletadas com a rede Bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP)..... 107
- Figura 117. Efeitos parciais das variáveis explicativas da presença/ausência de paralarvas de Loliginidae baseado no melhor GLM. (a) TSM e (b) Profundidade..... 109
- Figura 118. Efeitos parciais da variável explicativa TSM da abundância de paralarvas de Loliginidae baseado no melhor GLM..... 110
- Figura 119. Diagrama de ordenação (biplot) da Análise de Redundância (RDA) das variáveis bióticas e abióticas selecionados pelo teste de Monte Carlo ($p < 0,05$). Prof. = profundidade (m), SSM=salinidade superficial do mar, Temp. f= temperatura de fundo e TSM=temperatura superficial do mar. 112
- Figura 120. Síntese dos padrões de distribuição e das condições oceanográficas associadas as paralarvas de Loliginidae, coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). TSM= temperatura superficial do mar; SSM= salinidade superficial do mar; AC= Água Costeira; ACAS= Água Central do Atlântico Sul; AP= Água de Plataforma; AT= Água Tropical..... 123

Índice de Tabelas

Tabela 1. Dados sobre a proveniência das amostras, referentes aos cruzeiros oceanográficos realizados entre 1991 a 2005.	11
Tabela 2. Paralarvas de Loliginidae coletadas nos cruzeiros realizados entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). Abundância: paralarvas.100m ⁻³ , N: número de paralarvas coletadas, FO (%): frequência de ocorrência.	21
Tabela 3. Síntese sobre a distribuição das paralarvas e suas características abióticas e bióticas. Lat. (°S): latitude, Prof. (m): profundidade, TSM(°C): temperatura superficial do mar, SSM: salinidade superficial do mar, CM (mm): comprimento dorsal do manto e N: número de paralarvas.....	23
Tabela 4. Comprimento dorsal do manto – CM (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).	100
Tabela 5. Sumário do modelo ajustado para presença/ausência e abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). AIC = Critério de Informação de Akaike, F = Teste de Verossimilhança, p(Chi) = Teste de Probabilidade de Chi-quadrado.....	109
Tabela 6. Correlação entre os eixos canônicos e as variáveis abióticas da Análise de Redundância (RDA), selecionada pelo teste de Monte Carlo (p<0,05) e Sumário estatístico da análise.	111

Agradecimentos

À minha orientadora, pelo incentivo, dedicação, e principalmente pela oportunidade de me inserir na fascinante ciência pesqueira através dos cefalópodes. Muito obrigada.

À Universidade de São Paulo, especialmente ao Instituto Oceanográfico, pelo apoio institucional.

Ao Prof. Dr. Mário Katsuragawa, pelo empréstimo das amostras de plâncton e fornecimento dos dados dos cruzeiros.

Ao Laboratório de Ictioplâncton, principalmente à Lourdes pela paciência, ao Márcio e à Renata. Obrigada.

À CAPES, pelo auxílio financeiro durante cinco meses, concedido pelo Departamento de Oceanografia Biológica.

À FAPESP, pelo auxílio financeiro durante um ano e meio e também pela reserva técnica que possibilitou a participação na conferência internacional *"35th Annual Conference Larval Fish"* of The American Fisheries Society, em Wilmington, na Carolina do Norte, EUA.

À Secretaria de Pós-Graduação, especialmente, à Ana Paula e à Silvana.

À Biblioteca "Prof. Dr. Gelso Vazzoler", principalmente, ao Wagner pela conferência das referências bibliográficas e à Cida, Daniel e Marta, pela paciência e ajuda para procurar as referências deste trabalho.

À Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária pelo auxílio para participação do simpósio internacional *"Cephalopod Internacional Advisory Council Symposium"*, em Florianópolis, Brasil.

Ao Programa Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), pela oportunidade de aprimorar a didática de ensino, com auxílio financeiro. Nesse sentido, agradeço à Profa. Dra. Maria de los Angeles Gasalla, por possibilitar a

realização da monitoria na disciplina "*Biologia Pesqueira*" durante dois semestres.

Ao Laboratório de Ecossistemas Pesqueiros (LabPesq), de forma especial, à Mary, Amanda, Camila, Diogo, Felipe, Karen, Marta, Melissa, Priscila, Renata, Rodrigo, Ruth, Tito, pela ajuda e amizade.

Ao Felipe Postuma e Rodrigo Martins pela ajuda com as modelos estatísticos no R.

À Claudia Namiki, Jana del Favero e Juliana Genistretti pela ajuda com as análises multivariadas.

À Camila Cintho pela imensa ajuda com a triagem das infinitas amostras de plâncton.

Aos amigos dos bentos, Maurício, Paula, Pedro e Sandra, pelos conselhos e paciência com os meus desabafos.

Às amigas Camilla, Claudia, Jana, Juliana, Mariana, Marta, Melissa, Michele e Ruth, pelo apoio nos momentos difíceis, mas principalmente pelas longas conversas e risadas, vocês sempre farão parte da minha vida.

Aos meus queridos amigos, Natale (Neh) e Beatriz (Bia Querida) pelo interesse e entusiasmo sobre o meu trabalho, vocês são demais.

Ao Fernando (Fê), pelo amor e companheirismo, sem você seria mais difícil. Te amo.

À minha família amada, Mamãe, Papai e Nando, que sempre me apoiaram e ajudaram a tornar meus sonhos realidade.

Ao meu amado padrinho, Accacio Affonso (*in memoriam*), a quem dedico este trabalho, pelo amor e carinho dedicado desde o início da minha existência.

Resumo

Lulas da família Loliginidae são recursos pesqueiros em crescente importância no ecossistema marinho da Plataforma Continental Sudeste (PCSE) do Brasil. No entanto, informações sobre a distribuição dos estágios iniciais do seu ciclo de vida são bastante escassas. Com base em amostras de plâncton coletadas por 11 cruzeiros oceanográficos pretéritos do Instituto Oceanográfico da USP entre 1991 e 2005, o presente estudo teve como objetivo a identificação da ocorrência de paralarvas de Loliginidae na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). Das 644 amostras analisadas, foram encontradas 246 paralarvas, sendo 121 identificadas em nível de espécie (*Doryteuthis sanpaulensis* n=75, *Doryteuthis plei* n=39, *Lolliguncula brevis* n=6 e *Pickfordiateuthis pulchella*, n=1). Os padrões de distribuição da Família em relação aos processos oceanográficos foram identificados a partir de mapas de distribuição horizontal e vertical de abundância, temperatura e salinidade. Modelos Lineares Generalizados (GLMs) foram utilizados para detectar os fatores que explicariam a ocorrência e a abundância de Loliginidae, os quais indicaram que a profundidade e a temperatura superficial do mar são as principais variáveis explanatórias. Uma Análise de Redundância (RDA) evidenciou os principais padrões de distribuição observados das três principais espécies de Loliginidae em relação às variáveis oceanográficas. *D. sanpaulensis* predominou na região norte da área de estudo, associada a águas frias e a eventos de ressurgência. *D. plei* ocorreu principalmente na região sul da área e em águas mais quentes. *L. brevis* foi encontrada apenas na região estuarina de Santos, em águas rasas e menos salinas. Os resultados obtidos representam uma contribuição relevante ao conhecimento sobre a Oceanografia Pesqueira das lulas no ecossistema marinho regional.

Palavras-chave: paralarva, lulas, *Doryteuthis sanpaulensis*, *Doryteuthis plei*, *Lolliguncula brevis*, padrão espaço-temporal, distribuição horizontal, Oceanografia pesqueira.

Abstract

Loliginid squids are fisheries resources of increasing importance in the shelf ecosystem of Southeastern Brazil. Therefore, information about distribution of the early stages of their life cycle is scarce. Based on plankton samples collected by eleven historical oceanographic surveys cruises of the University of São Paulo's Oceanographic Institute between 1991 and 2005, the present study aimed identification of the occurrence of Loliginidae paralarvae in the region between Cabo de São Tomé (22°S) and Cananéia (25°S). From 664 samples analyzed, 246 paralarvae were found, being 121 identified to the species level, (*Doryteuthis sanpaulensis* n=75, *Doryteuthis plei* n=39,, *Lolliguncula brevis* n=6 and *Pickfordiateuthis pulchella*, n=1). The distributional patterns of Loliginidae in relation to oceanographic processes were identified by using horizontal and vertical maps of abundance, temperature and salinity. Generalized Linear Models (GLMs) were used to detect the factors that explain Loliginidae occurrence and abundance, which indicated that depth and sea surface temperature, were major explanatory variables. A Redundancy Analyses (RDA) showed the main observed distribution patterns of the three species of Loliginidae in relation to oceanographic variables. *D. sanpaulensis* occurred in the northern region associated to cold waters and upwelling events. *D. plei* occurred mainly in the southern region of the study area and in warmer waters. *L. brevis* was found in the estuarine region of Santos, in shallow and low salinity waters. The obtained results represent a relevant contribution to squids Fisheries Oceanography in the regional marine ecosystem.

Keywords: paralarvae, squid, *Doryteuthis sanpaulensis*, *Doryteuthis plei*, *Lolliguncula brevis*, spatio-temporal pattern, horizontal distribution, Fisheries Oceanography.

1. Introdução

Os cefalópodes são importantes componentes dos ecossistemas marinhos ao redor do mundo, desempenhando um papel significativo nas relações tróficas interespecíficas e sustentando pescarias industriais e artesanais (RODHOUSE & NIGMATULLIN, 1996; BOYLE & RODHOUSE, 2005). Esses moluscos ocupam vários níveis tróficos e são considerados os principais intermediários no fluxo energético entre os consumidores primários, secundários e os predadores de topo (SANTOS & HAIMOVICI, 2002; GASALLA et al., 2010).

Além disso, populações de cefalópodes respondem rapidamente às mudanças ambientais, com consequentes flutuações interanuais no recrutamento e nas taxas de captura (PECL & JACKSON, 2008). Essas características também trazem complexidade à estrutura populacional, fazendo com que a aplicação de métodos convencionais de avaliação e manejo dos estoques seja limitada (RODHOUSE, 2005; PEREZ et al., 2006). Assim, torna-se imprescindível a compreensão das estratégias populacionais e dos seus mecanismos em relação à variabilidade ambiental (PECL et al., 2004).

As principais espécies de lulas exploradas comercialmente, principalmente as loliginídeas, apresentam características peculiares, tais como ciclo de vida curto (inferior a um ano), semelparidade (único evento reprodutivo, seguido de morte) e altas taxas de crescimento, características estas que afetam significativamente a sua disponibilidade para a pesca (RODHOUSE & NIGMATULLIN, 1996; BOYLE & RODHOUSE, 2005).

As estratégias de sobrevivência nas fases iniciais do ciclo de vida das lulas são fundamentais para a produção biológica destes organismos. Os

fatores responsáveis pelo sucesso do recrutamento dependem principalmente das interações entre as fases iniciais do ciclo de vida e os fatores bióticos e abióticos (RODHOUSE et al., 1992). Assim, estudos compreendendo os mecanismos que ocorrem nas fases iniciais do desenvolvimento desses cefalópodes necessitam ser desenvolvidos, pois são essenciais para o entendimento da distribuição, biologia, áreas de desova e de recrutamento, estrutura populacional, e pesca (PIATKOWSKI, 1998).

A fase inicial do ciclo de vida da maioria dos cefalópodes, como as lulas, é denominada de “paralarva”, pois não apresenta diferenças morfológicas em relação aos adultos, como ocorre com as larvas de peixes e outros organismos (YOUNG & HARMAN, 1988). Estas diferem dos adultos apenas em seu modo de vida planctônico (BARÓN, 2003b). As paralarvas de lulas são eficientes predadores de zooplâncton, e ativas nadadoras utilizando de jato propulsão, no entanto, sua distribuição é particularmente dependente da circulação oceânica (HANLON et al., 1985). Segundo Röpke et al. (1993), a estrutura vertical da coluna d’água, especialmente a ocorrência da picnoclina e a profundidade variável da camada de mistura, tem demonstrado ser um fator importante nos padrões de distribuição das paralarvas. No Brasil, até o momento, a relação entre a ocorrência de paralarvas de Loliginidae (*Doryteuthis sanpaulensis*) e as características oceanográficas foi observada apenas por Vidal et al. (2010) na região do Cabo de Santa Marta Grande (SC), onde a ressurgência sazonal é capaz de aumentar a produtividade local, fornecendo condições adequadas para o crescimento de paralarvas.

A sobrevivência de paralarvas depende de características oceanográficas específicas, sendo particularmente responsáveis pelo sucesso

do recrutamento do estoque (RODHOUSE et al., 1992; MORENO et al., 2009). A variabilidade interanual do recrutamento deve estar associada com a sua capacidade de resposta às mudanças ambientais (JACKSON et al., 2008). Portanto, o conhecimento dos processos associados à distribuição das paralarvas e às áreas de desova é fundamental para o entendimento da dispersão larval e dos mecanismos responsáveis pela variabilidade do recrutamento. Além disso, é recomendado que o recrutamento e a desova sejam levados em consideração na avaliação dos estoques pesqueiros e nas medidas de manejo pesqueiro (PIERCE et al., 2008; MORENO et al., 2009).

As lulas da família Loliginidae são limitadas às regiões costeiras produtivas sobre a plataforma continental, em todos os oceanos, exceto no Ártico e na Antártica, estendendo-se até uma profundidade de 200 metros (BOYLE & BOLETZKY, 1996).

Os representantes desta Família têm como característica a dependência do fundo para a deposição de seus ovos e também a preferência por presas demersais e da coluna de água (BOYLE & BOLETZKY, 1996; BOYLE & RODHOUSE, 2005; RODHOUSE, 2005).

No Brasil, foi reportada a ocorrência de cinco espécies de Loliginidae: *Doryteuthis plei* (Blainville, 1823), *Doryteuthis sanpaulensis* (Brakonieccki, 1974), *Loliguncula brevis* (Blainville, 1823), *Sepioteuthis sepioidea* (Blainville, 1823) e *Pickfordiateuthis pulchella* (Voss, 1953) (PALACIO, 1977; JUANICÓ, 1979; HAIMOVICI & ANDRIGUETO-FILHO, 1986; HAIMOVICI et al., 1989; HAIMOVICI & PEREZ, 1991; JEREB et al., 2010).

As lulas loliginídeas do gênero *Doryteuthis* (*Doryteuthis plei* e *Doryteuthis sanpaulensis* – anteriormente *Loligo*) – são os cefalópodes mais

abundantes da Plataforma Continental do Sudeste do Brasil (PCSE) (HAIMOVICI & PEREZ, 1991), sustentando um volume significativo de capturas (COSTA & HAIMOVICI, 1990; PEREZ, 2002; GASALLA et al., 2005a). O aumento das capturas pode ser uma consequência natural do declínio de recursos pesqueiros tradicionais, o que leva ao aumento da disponibilidade e também do esforço de captura para desenvolver o potencial de espécies não-tradicionais (RODHOUSE, 2005). Há também algumas evidências de que as populações de cefalópodes têm aumentado em regiões onde ocorre sobrepesca de seus predadores, podendo ser consideradas indicadores ecológicos (CADDY & RODHOUSE, 1998; GASALLA et al., 2010).

No caso de *Doryteuthis plei*, suas capturas comerciais ocorrem entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (RS), sendo a espécie da Família Loliginidae mais importante nos Estados de São Paulo e Santa Catarina. Sua distribuição ocorre amplamente no Atlântico Oeste, associada às correntes de águas quentes, como a Corrente do Brasil (HAIMOVICI & PEREZ, 1991). Já *Doryteuthis sanpaulensis* apresenta sua distribuição concentrada mais ao sul do Brasil, na Argentina e ao norte do Rio de Janeiro, sendo capturada principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro (na região de Cabo Frio) em associação, respectivamente, à Convergência Subtropical e às águas frias da ressurgência local (HAIMOVICI & PEREZ, 1991; COSTA & FERNANDES, 1993a). As duas espécies são capturadas como fauna acompanhante da pesca de arrasto do camarão-rosa, e, sazonalmente, pela pesca artesanal dirigida à lula em regiões costeiras.

A espécie *Lolliguncula brevis* apresenta ampla distribuição no litoral brasileiro, sendo abundante em águas rasas (MARTINS, 2002; MARTINS &

PEREZ, 2007; ZALESKI, 2005; 2010). Esta espécie também é capturada como fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (PEREZ, 1999), mas diferente das lulas do gênero *Doryteuthis* não possui valor comercial (ZALESKI, 2005; 2010). Este loliginídeo diferencia-se das outras espécies de Loliginidae, pois é frequentemente encontrada em estuários e baías, onde as águas são menos salinas (VECCHIONE, 1991a, BARTOL et al., 2002). Além disso, possui pigmentos respiratórios com elevada afinidade por oxigênio e pouca sensibilidade em ampla variação de salinidade, devido à baixa dependência do pH, características responsáveis pela capacidade de explorar ambientes hipóxicos e eurialinos (MANGUN, 1991; VECCHIONE, 1991b).

A reprodução e a desova das lulas dos gêneros *Doryteuthis* e *Lolligunculla* são eventos contínuos durante todo o ano, com picos relacionados à sazonalidade e à produção de várias micro-coortes. (COSTA & FERNANDES, 1993b; ANDRIGUETTO & HAIMOVICI, 1996; PEREZ et al., 2002; ZALESKI, 2005; 2010; RODRIGUES & GASALLA, 2008). Segundo Rodrigues & Gasalla (2008), a variação sazonal e os padrões de segregação de maturidade dessas espécies estão associados as diferenças sazonais de temperatura e a disponibilidade de alimento, observadas ao longo da PCSE, que resultam da variabilidade da dinâmica hidrográfica da região. O extenso padrão observado de reprodução e desova sugere que essas populações investem em desovas sazonais, permitindo que experimentem diferentes condições ambientais durante o ano, e aumentando as chances para o sucesso do recrutamento (BOYLE & BOLETZKY, 1996; O'DOR, 1998).

Com o crescente interesse comercial nas espécies de loliginídeos, surge a necessidade de estudos sobre sua biologia e dinâmica populacional, que

venham subsidiar um manejo sustentável desses peculiares recursos pesqueiros (PIERCE & GUERRA, 1994). Na região Sul e Sudeste do Brasil, muitos trabalhos têm sido realizados sobre a pesca de lulas (HAIMOVICI & ANDRIGUETTO-FILHO, 1986; COSTA & HAIMOVICI, 1990; PEREZ, 2002; GASALLA et al., 2005b; POSTUMA & GASALLA, 2010), biologia e dinâmica populacional (COSTA & FERNANDES, 1993a; PEREZ et al., 2002; GASALLA et al., 2005a), ecologia e relações tróficas (ANDRIGUETTO-FILHO & HAIMOVICI, 1991; HAIMOVICI & PEREZ, 1991; SANTOS & HAIMOVICI, 2001; SANTOS & HAIMOVICI, 2002; MARTINS & PEREZ, 2007; GASALLA et al., 2010), reprodução (COSTA & FERNANDES, 1993b; ANDRIGUETTO & HAIMOVICI, 1996; RODRIGUES & GASALLA, 2008), crescimento (PEREZ et al., 2006) e ocorrência de paralarvas (MARTINS & PEREZ, 2006; VIDAL et al., 2010). Porém, na área de estudo, entre Cabo de São Tomé e Cananéia, estudos sobre a biologia e dinâmica populacional dessas espécies são ainda bastante escassos, podendo-se citar as contribuições de Palacio (1977), Juanicó (1979), Gasalla et al. (2005a; 2005b), Perez et al. (2005), Rodrigues & Gasalla (2008) e Postuma & Gasalla (2010).

Com relação às fases iniciais do ciclo de vida dessas populações, não há registros de estudos prévios no estado de São Paulo e Rio de Janeiro. Contudo, a existência de um acervo de amostras de plâncton, provenientes de cruzeiros oceanográficos pretéritos realizados pelo Instituto Oceanográfico da USP, poderia propiciar a investigação da distribuição e da abundância larval em relação às características ambientais.

Neste sentido, o presente estudo visa propiciar algumas informações-chave para o manejo da pesca de lulas, que apresenta expansão tanto

industrial como artesanalmente. Além disso, a compreensão das estratégias dos estágios iniciais do ciclo de vida das lulas e dos mecanismos responsáveis pela disponibilidade à pesca é fundamental para a aplicação de modelos de previsão de capturas, para a avaliação dos impactos das mudanças climáticas na pesca, e consequente planejamento de medidas de adaptação e mitigação, conforme ressaltado por Daw et al. (2009).

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Identificar as áreas de distribuição das paralarvas de loliginídeos ao longo da plataforma continental entre cabo de São Tomé (22°S, RJ) e Cananéia (25°S, SP), no período entre 1991 e 2005, com ênfase nos padrões horizontais e verticais da abundância espaço-temporal, e em relação aos processos oceanográficos e biológicos das espécies. Cabe destacar que este objetivo é inédito para a área geográfica do estudo.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar as paralarvas e seus locais de ocorrência, verificando padrões de distribuição horizontal e vertical e sua abundância espaço-temporal.

- Relacionar os padrões de distribuição e abundância de paralarvas em função de fatores oceanográficos (gradientes de temperatura e salinidade), assim como biológicos (reprodução e áreas de concentração de indivíduos sexualmente maduros, derivados de estudos prévios, e comprimento dorsal do manto).

3. Área de estudo

A região entre o cabo de São Tomé (22°S, RJ) e Cananéia (25°S, SP) está localizada na Plataforma Continental Sudeste (PCSE) (CASTRO et al., 2006), e inserida na área Sudeste-Sul da Zona Econômica Exclusiva brasileira (BRASIL, 2006). A PCSE apresenta largura de 50 a 230 km, a profundidade da quebra da plataforma varia entre 120 e 180 metros (CASTRO et al., 2006). Com relação aos sedimentos, a plataforma continental é coberta principalmente por areia e lama (BRASIL, 2006).

Na PCSE ocorrem águas com baixa salinidade, provenientes da mistura entre a Água Tropical (AT), quente e salina ($T > 20^{\circ}\text{C}$ e $S > 36,40$), transportada na camada superficial da Corrente do Brasil (CB); a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), relativamente fria ($T < 20^{\circ}\text{C}$ e $S < 36,4$), transportada na camada inferior da CB; e a Água Costeira (AC), resultante da mistura da descarga continental de água doce com as da plataforma continental, sendo a menor salinidade ($S < 34$) das águas da PCSE (CASTRO et al., 2006; BRASIL, 2006).

Esta área apresenta uma variação hidrográfica complexa e dinâmica com a interação da força dos ventos, circulação geostrófica e variabilidade de mesoescala da Corrente do Brasil, que produz um fluxo sobre a plataforma em direção ao sul e distante da costa, durante o verão e um fluxo em direção ao norte e à costa, durante o inverno (BORZONE et al., 1999). A variabilidade sazonal da CB ocasiona um comportamento diferente das massas de água, devido à formação de vórtices e meandros induzidos pelas mudanças no padrão dos ventos, provocando assim o movimento de ascensão de águas e

dispersão dos nutrientes (CAMPOS et al., 1995; BRASIL, 2006). No verão, o transporte de Ekman gerado pela dominância de ventos nordeste e a formação de vórtices na CB, deslocam as águas superficiais, promovendo a intrusão e ressurgência da ACAS, que é rica em nutrientes e responsável pelo aumento da produtividade primária, favorecendo a sobrevivência de larvas meroplanctônicas (BORZONE et al., 1999; BRASIL, 2006). A penetração da ACAS durante o verão provoca uma estratificação com a formação de uma forte termoclina, por outro lado, a coluna d'água torna-se homogênea durante o inverno, devido ao seu recuo em direção ao talude (BORZONE et al., 1999; BRASIL, 2006).

4. Material e Métodos

4.1. Descrição das coletas de plâncton e dos dados hidrográficos

As amostras utilizadas neste estudo são provenientes de 11 cruzeiros oceanográficos realizados pelo Instituto Oceanográfico da USP entre 1991 e 2005, nos meses de verão, primavera e inverno, ao longo da Plataforma Continental Sudeste (PCSE) (Tabela 1), como parte de 5 diferentes programas de pesquisa (ver Anexo 1).

Tabela 1. Dados sobre a proveniência das amostras, referentes aos cruzeiros oceanográficos realizados entre 1991 a 2005.

Cruzeiro	Região	Período	Embarcação	Tipo de Rede	Coleta	Amostras (Bongô/Multinet)
SARDINHA-1	Cabo Frio (RJ) a Cananéia (SP)	12/1991	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	71
SARDINHA-2	Cabo Frio (RJ) a Cananéia (SP)	01/1993	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	70
OPISS-1	São Sebastião (SP)	02/1994	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	43
OPISS-2	São Sebastião (SP)	10/1997	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	43
PADCT-1	Cabo Frio (RJ) a Cananéia (SP)	11/1997	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	11
DEPROAS-1	Cabo Frio (RJ)	02/2001	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô/Multinet	Oblíqua/Estratificada	16/63
DEPROAS-2	Cabo Frio (RJ)	07/2001	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô/Multinet	Oblíqua/Estratificada	19/46
DEPROAS-3	Cabo de São Tomé (RJ) a São Sebastião (SP)	01/2002	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô/Multinet	Oblíqua/Estratificada	49/58
DEPROAS-4	Cabo de São Tomé (RJ) a São Sebastião (SP)	08/2002	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô/Multinet	Oblíqua/Estratificada	47/47
ECOSAN-3	Santos (SP)	01/2005	N/Oc. Prof. W. Besnard	Bongô	Oblíqua	11
ECOSAN-H1	São Sebastião (SP) a Peruíbe (SP)	09/2005	B/Pq. Albocara	Bongô/Multinet	Oblíqua/Estratificada	36/14

SARDINHA-1 e 2: "Estudo da fase inicial do ciclo de vida da sardinha-verdadeira e de outros peixes pelágicos"; OPISS: "Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião"; PADCT: "Importância e caracterização da quebra da plataforma continental para recursos vivos e não vivos"; DEPROAS: "Dinâmica do Ecossistema de Plataforma da Região Oeste do Atlântico Sul"; ECOSAN: "A influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente"; ECOSAN H1 (c): "A influência do complexo estuarino da Baixada Santista sobre o ecossistema da plataforma adjacente etapa Hidrodinâmica-1 (complementar)".

As coletas de amostras foram realizadas através de arrastos executados obliquamente no sentido superfície-fundo-superfície, a uma velocidade de dois nós, com duração de aproximadamente 10 minutos, e até uma distância mínima de 5 metros do fundo (SMITH & RICHARDSON 1977), com o auxílio de rede Bongô, constituída de um suporte binocular onde são fixadas duas redes cônico-cilíndricas, com 3 metros de comprimento e 60 centímetros de diâmetro de boca, e malhagens de 333 μm (rede fina) e 505 μm (rede regular). Já as coletas estratificadas, realizadas no contexto do Projeto “DEPROAS” e no “ECOSAN” (etapa Hidrodinâmica 1), foram realizadas com o auxílio de uma rede Multi Plankton Sampler, denominada Multinet, composta por 5 redes de abertura e fechamento, que permite arrastos horizontais estratificados, com intervalo de 10 a 20 metros entre uma rede e outra. As redes possuem malhagem de 333 μm , com boca de 0,25 m².

As amostras foram acondicionadas em frascos e fixadas em solução de formaldeído neutralizado a 4%, quando coletadas pela rede fina e em solução aquosa de álcool a 70%, quando coletadas pela rede regular. No entanto, apenas as amostras coletadas com a rede fina foram utilizadas no presente trabalho.

Para quantificar o volume de água filtrada, foram utilizados fluxômetros mecânicos digitais acoplados nas bocas das redes. O volume de água filtrada pela rede foi calculado para cada estação, através da fórmula: $V = a.n.c$, onde V é o volume de água filtrada, em m⁻³ a é área da boca da rede (m²); n é número de rotações do fluxômetro e c é a taxa de calibração do fluxômetro. Já o volume de plâncton das amostras foi estimado pelo Método de Deslocamento de Líquidos descrito por Kramer et al. (1972).

Os dados hidrográficos, como temperatura e salinidade, foram obtidos com o auxílio do CTD, aparelho que registra a condutividade, a temperatura, e profundidade com o objetivo de fornecer perfis verticais contínuos destas propriedades.

4.2. Processamento das amostras de plâncton

Foram analisadas as amostras provenientes de 416 estações de coleta (Fig. 1) entre a região de Cabo de São Tomé (RJ) a Cananéia (SP), conforme consta na Tabela 1. Foi processado um total de 644 amostras, sendo 416 coletadas com rede Bongô e 228 coletadas com a rede Multinet (Multi Plankton Sampler), ambas de malhagem fina (333 μm).

Figura 1. Mapa de localização das estações oceanográficas dos 11 cruzeiros realizados entre cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP) no período entre 1991 e 2005, pelo IOUSP.

4.2.1. Triagem das amostras

A triagem das amostras foi realizada em placas de Petri, sob estereomicroscópio binocular, que constituiu do reconhecimento e separação das paralarvas de Loliginidae, e sua posterior fixação em álcool a 70%.

4.2.2. Identificação e obtenção do comprimento dorsal do manto (CM) das paralarvas

A identificação ao menor nível taxonômico possível e a obtenção do comprimento dorsal do manto (CM) das paralarvas foram realizadas com base Hanlon (1978), McConathy et al. (1980), Roper & Voss, (1983), Hanlon et al. (1992), Vecchione (1982) e Barón (2003b).

A identificação e a obtenção do CM, em milímetros (mm), foram realizados através do software AxioVision LE 4.8 instalado em um computador conectado a uma câmera digital (Axiocom Erc 5s) acoplada a um estereomicroscópio (Zeiss Discovery V8). Indivíduos deformados na coleta, por exemplo, manto danificado ou invertido, não foram medidos.

As paralarvas de Loliginidae foram identificadas através das seguintes características: olhos cobertos por uma membrana transparente (córnea), corpo sempre em forma de projétil com nadadeiras terminais bem desenvolvidas e braços ventrais (braços IV > I) e tentáculos bem desenvolvidos (HANLON et al., 1992; JEREB & ROPER, 2010). A identificação foi baseada no padrão de cromatóforos da cabeça em duas áreas localizadas na metade inferior de sua superfície ventral, separadas pelo funil, áreas denominadas de '*cheek patches*' (VECCHIONE & LIPÍŃSKI, 1995) e no manto dorsal, como

proposto por McConathy et al. (1980) e detalhado por Barón (2003b) para *Doryteuthis sanpaulensis*, Vecchione (1982) para *Lolliguncula brevis*, Hanlon et al. (1992) para *Doryteuthis plei*.

A Figura 2 resume o padrão de cromatóforo para as três espécies, segundo McConathy et al. (1980) e Vecchione (1982), *L. brevis* apresenta três cromatóforos dispostos em forma de triângulo, *D. sanpaulensis* apresenta dois cromatóforos (BARÓN, 2003b) e *D. plei* quatro cromatóforos dispostos em forma quadrangular na área do ‘cheek patches’, (HANLON, 1978; MCCONATHY et al., 1980; HANLON et al., 1992). Além dos cromatóforos nas “bochechas”, *D. plei* apresenta dois cromatóforos vermelhos e grandes na região inferior do manto dorsal (HANLON, 1978; HANLON et al., 1992).

Figura 2. Padrão de cromatóforos da face dorsal e ventral das paralarvas de Loliginidae. (a) *D. sanpaulensis* (BARÓN, 2003b); (b) *D. plei* (McCONATHY et al., 1980); (c) *D. plei* – espécime preservado (HANLON et al., 1992); (d) *L. brevis* (McCONATHY et al., 1980); (e) *L. brevis* – espécime preservado (VECCHIONE, 1982). Círculos fechados: cromatóforos vermelhos; Círculos abertos: cromatóforos amarelos; CP: cheek patch area.

4.2.3. Estimativa de abundância e frequência de ocorrência

A partir dos dados obtidos no processamento das amostras, calculou-se a estimativa de abundância padronizada (paralarvas. 100m^{-3}), ou seja, dividiu-se o número de paralarvas (paralarvas) pelo volume de água filtrada pela rede (m^3) e multiplicou-se por 100.

Os dados de abundância foram plotados em mapas de distribuição horizontal e vertical com auxílio do software *Surfer 8.0*, para cada cruzeiro e espécie.

A frequência de ocorrência (%) das paralarvas foi calculada segundo a seguinte expressão:

$$FO = n \times 100/N, \text{ onde}$$

FO = frequência de ocorrência (%), n = número de amostras contendo as paralarvas e N = número total de amostras.

4.3. Processamento dos dados hidrográficos

A partir dos dados fornecidos pelo Laboratório de Ictioplâncton do IOUSP, responsável pelas amostras, mapas de distribuição vertical e horizontal de temperatura e salinidade assim como diagramas T-S foram traçados com o auxílio de programação, utilizando-se os softwares *MATLAB*, *Surfer 8.0* e *R* (R Development Core Team, 2005), respectivamente.

Para a confecção dos mapas de distribuição vertical das massa de água, as estações de coletas foram separadas em transectos, sendo o transecto 1 sempre na região norte da área de estudo. As massas de água

presentes durante os cruzeiros foram classificadas, de acordo com seus limites de temperatura e salinidade, segundo Campos et al. (1995), Castro & Miranda (1998) e Castro et al. (2006).

Para os cruzeiros DEPROAS-1 e DEPROAS-2 foram construídos apenas perfis verticais, devido ao desenho amostral. As estações de coleta foram realizadas sobre uma mesma radial, que impossibilita a interpolação para a construção de mapas de distribuição horizontal.

Com o propósito de verificar a existência de estratificação térmica da coluna de água, foi calculado o parâmetro ΔT , expresso por:

$$\Delta T = \frac{T_s - T_f}{|P_{Ts} - P_{Tf}|}, \text{ onde}$$

T_s = temperatura superficial, T_f = temperatura do fundo, P_{Ts} = profundidade da temperatura superficial e P_{Tf} = profundidade da temperatura do fundo.

4.4. Análises Estatísticas

A fim de verificar a existência de migração de acordo com o comprimento dorsal do manto, a área de estudo foi dividida em quatro intervalos de 50 m até 200 m de profundidade.

Para verificar diferenças significativas ($\alpha = 0,05$) entre o comprimento do manto (CM) das paralarvas coletadas com a rede Bongô e a Multinet, e também entre os intervalos de profundidade foi realizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para detectar diferença do CM entre as estações do ano.

Modelos Lineares Generalizados (GLMs) foram utilizados para verificar a relação entre as paralarvas da Família Loliginidae e as variáveis abióticas e categóricas (McCULLAGH & NELDER, 1989). Como proposto por Moreno et al. (2009), os GLMs foram realizados em dois passos: o primeiro foi baseado nos dados de presença/ausência e o segundo baseado nos dados de abundância.

A presença/ausência e a abundância de paralarvas foram analisadas como uma resposta das seguintes variáveis explicativas: profundidade, latitude, temperatura superficial, temperatura de fundo, salinidade superficial, salinidade de fundo, parâmetro ΔT , mês, e ano.

Para analisar os dados de presença/ausência utilizou-se uma distribuição Binomial com a ligação logit e para os dados de abundância foi utilizado uma distribuição Gamma e ligação log. Para a seleção do melhor modelo foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC).

Uma Análise de Componentes Principais (PCA) foi conduzida para verificar a correlação entre as variáveis abióticas e evitar colinearidade nos GLMs. A partir dos resultados da PCA, todas as variáveis propostas para construir os GLMs puderam ser utilizadas.

Os Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) foram utilizados para visualizar as relações não lineares entre as variáveis respostas (presença/ausência e abundância) e contínuas (variáveis abióticas). Esses modelos ajustam os dados sem exigir que seja especificado um modelo matemático para descrever a não-linearidade entre as variáveis respostas e contínuas (CRAWLEY, 2005).

Os testes de Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, GLMs, PCA e GAMs foram realizados utilizando-se o software R (R Development Core Team, 2005).

Com o intuito de verificar a influência das variáveis abióticas com a abundância das paralarvas identificadas ao nível de espécie foi realizado uma Análise de Redundância (RDA) (RAO, 1964; WOLLENBERG, 1977) no software CANOCO 4.5 (BRAAK & SMILAUER, 2002).

Primeiramente, foi realizada uma Análise de Correspondência Discriminante (DCA) para avaliar a distribuição das variáveis bióticas, que evidenciou linearidade devido ao comprimento do gradiente (< 3). Baseado no resultado da DCA optou-se pela Análise de Redundância (RDA) (BRAAK & SMILAUER, 2002).

As variáveis bióticas e abióticas foram transformados em $\ln(x+1)$ para homogeneizar as variâncias, reduzir a assimetria e transformar as observações zero, que não se ajustam à análise (GOÇALO, 2008). As variáveis bióticas foram novamente transformadas pela distância de Hellinger, essa transformação consiste na divisão dos valores de abundância pela abundância total, e finalmente na transformação em raiz quadrada (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). As variáveis abióticas foram selecionadas a partir do teste de permutação de Monte Carlo, através de 999 permutações, (BRAAK & SMILAUER, 2002). A seleção das variáveis foi efetuada com base na significância estatística ($p < 0,05$). Também foi testada a colinearidade entre as variáveis abióticas através do Fator de Inflação da Variância (VIF), pois se há colinearidade ($VIF > 20$), ou seja, redundância entre as variáveis deve-se realizar uma nova seleção (BORCARD et al., 2011). Após essas etapas, foi construído o diagrama de ordenação no software CANODRAW 3.1.

5. Resultados

5.1. Ocorrência de paralarvas de Loliginidae

Foram encontradas 246 paralarvas da família Loliginidae em 98 amostras, sendo 89 amostras da Bongô (21,4%, n=416) e 9 amostras da Multinet (3,1%, n=228) (Tabela 2). As paralarvas de Loliginidae estiveram presentes em apenas 15,1% das amostras (n=644).

Aproximadamente 50% das paralarvas de Loliginidae foram identificadas ao nível de espécie. Os demais espécimes não puderam ser identificados a nível específico devido à perda do padrão de cromatóforos, ocasionada pelo tempo de conservação das amostras em formalina. A perda de cromatóforos dificulta a identificação até o nível taxonômico de gênero na família Loliginidae, pois os indivíduos desta família são muito semelhantes nos estágios iniciais do ciclo de vida.

As paralarvas identificadas somente até o nível de Família representaram 51% (N=125) do total, até o nível de espécie *Doryteuthis sanpaulensis* 30,6% (N=75), *Doryteuthis plei* 15,9% (N=39) e *Lolliguncula brevis* 2,4% (N=6) (Fig. 3). Cabe destacar a ocorrência de um único indivíduo da espécie *Pickfordiateuthis pulchella* no cruzeiro OPISS-2, realizado na primavera na região de São Sebastião.

As três espécies identificadas apresentaram maior frequência de ocorrência nos cruzeiros realizados nos meses de verão. *Doryteuthis plei* apresentou maior frequência de ocorrência (23,3%) no OPISS-1 (Tabela 2). Já, as paralarvas identificadas *D. sanpaulensis* foram mais frequentes (12,5%) no

DEPROAS-1 (Tabela 2) e as paralarvas de *L. brevis* (27,3%) no ECOSAN-3 (Tabela 2).

Figura 3. Composição taxonômica das paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

5.2. Distribuição e abundância de paralarvas

As paralarvas de Loliginidae ocorreram em todos os cruzeiros, com exceção do PADCT-1 (novembro de 1997). De modo geral, as maiores estimativas de abundância de paralarvas ocorreram na região norte da área de estudo, ao largo de Cabo Frio (23°S) e nos cruzeiros realizados durante o verão (Tabela 2). Com relação à profundidade do local de coleta, as paralarvas foram encontradas entre as isóbatas de 7 e 113 metros, ao longo da área de estudo. Além disso, as espécies de Loliginidae estiveram associadas a características oceanográficas distintas, por exemplo, as paralarvas identificadas como *D. plei* ocorreram em águas superficiais mais quentes, por outro lado, as paralarvas de *L. brevis* estiveram associadas a águas superficiais menos salinas (Tabela 3).

Tabela 2. Paralarvas de Loliginidae coletadas nos cruzeiros realizados entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). Abundância: paralarvas.100m⁻³, N: número de paralarvas coletadas, FO (%): frequência de ocorrência.

Cruzeiro	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>			<i>Doryteuthis plei</i>			<i>Loliguncula brevis</i>			Loliginidae		
	Abundância	N	FO(%)	Abundância	N	FO(%)	Abundância	N	FO(%)	Abundância	N	FO(%)
SARDINHA-1												
<i>Bongô</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	7	9,9
SARDINHA-2												
<i>Bongô</i>	1,5	2	2,9	3,5	5	7,1	-	-	-	12,3	18	20,0
OPISS-1												
<i>Bongô</i>	-	-	-	11,5	18	23,3	-	-	-	26,2	37	39,5
OPISS-2												
<i>Bongô</i>	2,3	3	4,7	0,8	1	2,3	-	-	-	11,0	12	18,6
DEPROAS-1												
<i>Bongô</i>	22,0	44	12,5	-	-	-	-	-	-	30,5	59	18,8
<i>Multinet</i>	39,3	20	4,8	-	-	-	-	-	-	77,5	35	9,5
DEPROAS-2												
<i>Bongô</i>	0,8	1	5,3	5,6	6	15,8	-	-	-	10,1	13	42,1
<i>Multinet</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	1	2,2
DEPROAS-3												
<i>Bongô</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,0	15	14,3
DEPROAS-4												
<i>Bongô</i>	4,7	5	8,5	0,8	2	2,1	-	-	-	16,1	15	17,0
ECOSAN-3												
<i>Bongô</i>	-	-	-	-	-	-	8,4	5	27,3	12,9	7	36,4
ECOSAN H-1												
<i>Bongô</i>	-	-	-	8,7	7	8,3	0,9	1	2,8	23,4	24	36,1
<i>Multinet</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,6	2	14,3
Total	70,6	75		30,9	39		9,3	6		252,7	245	

Tabela 3. Síntese sobre a distribuição das paralarvas e suas características abióticas e bióticas. Lat. (°S): latitude, Prof. (m): profundidade, TSM(°C): temperatura superficial do mar, SSM: salinidade superficial do mar, CM (mm): comprimento dorsal do manto e N: número de paralarvas.

Família, Espécies	Lat. (°S)	Prof. (m)	TSM (°C)	SSM	CM (mm)	N
Loliginidae						
Verão	22,37–25,42	7–113	14,7–28,4	27,3–36,0	1,1–4,9	178
Primavera	23,76–24,66	18–61	19,5–23,0	31,2–35,4	1,3–6,3	38
Inverno	22,95–23,97	14–100	20,2–22,9	33,1–35,9	1,2–4,6	29
<i>D. sanpaulensis</i>						
Verão	22,98–23,10	40–45	14,7–23,8	34,5–35,5	1,6–4,5	66
Primavera	23,98–24,20	53–61	22,4–22,5	35,1–35,3	2,9–4,5	3
Inverno	22,95–23,97	28–60	20,2–22,6	33,1–35,7	2,1–2,9	6
<i>D. plei</i>						
Verão	23,62–25,42	25–65	24,8–27,8	33,2–35,1	1,7–3,9	23
Primavera	23,98–24,66	30–46	20,3–23,0	33,9–35,0	1,5–2,0	8
Inverno	22,98–23,97	25–60	20,2–22,6	33,1–35,9	1,8–4,6	8
<i>L. brevis</i>						
Verão	23,99–24,02	7–13	25,6–25,7	27,3–32,1	1,3–2,2	5
Primavera	24,09	25	20,3	31,2	-	1

A seguir, são descritas a distribuição e abundância de paralarvas de Loliginidae por cruzeiro de pesquisa.

SARDINHA-1

No cruzeiro SARDINHA-1, as paralarvas identificadas (n=7) ocorreram ao longo de toda área de estudo, em apenas 7 das 71 estações, entre a isóbata de 20 e 80 metros (Fig. 4). Todas as paralarvas encontradas foram identificadas até o nível taxonômico de Família, devido à perda do padrão de cromatóforos. A maior abundância (1,5 paralarvas.100m⁻³) foi encontrada na isóbata de 20 metros, próximo à Ilha de São Sebastião. A maioria das estações positivas ocorreram na região norte da área de estudo, entre Cabo Frio e a Ilha de São Sebastião (Fig. 4).

Figura 4. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.

Neste cruzeiro a ACAS cobriu grande parte da plataforma continental e esteve próxima à costa na região entre Cabo Frio e o Rio de Janeiro, coincidindo com área de maior ocorrência e abundância de paralarvas (Fig. 5). Com relação à salinidade é possível observar que a Corrente do Brasil esteve na região norte entre Cabo Frio e Santos (Fig. 6), evidenciada pelos valores de salinidade > 36 , característicos da AT. A partir dos mapas de distribuição vertical das massas de água (Fig. 7–10) fica evidente a intrusão da ACAS na área de estudo, próximo à costa, principalmente na região norte, entre Cabo Frio e São Sebastião (ver transectos 1 ao 9 Fig. 7 e 8). Através do diagrama T-S (Fig. 11) também é possível identificar presença da AC, da AP (Água de Plataforma, proveniente da mistura das massas de água presentes na área de estudo) e da AT na área de estudo.

As paralarvas distribuíram-se em locais onde a TSM e a SSM variaram de 23,3°C a 26,3°C e de 33,9 a 35,6, respectivamente. As paralarvas ocorreram em águas estratificadas e com a presença da AC, da ACAS, da AP e da AT, com exceção da estação 5545 (Fig. 12), que não apresentou a presença da ACAS, provavelmente devido a proximidade da costa (Fig. 4).

Figura 5. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1

Figura 6. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.

Figura 7. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 1-5, cruzeiro SARDINHA-1.

Figura 8. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 6-10, cruzeiro SARDINHA-1.

Figura 9. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 11-15, no cruzeiro SARDINHA-1

Figura 10. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transectos 16–18, cruzeiro SARDINHA-1.

Figura 11. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.

Figura 12. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-1.

SARDINHA-2

No cruzeiro SARDINHA-2, as paralarvas ($n=18$) ocorreram ao longo da área de estudo, em 14 das 70 estações, entre as isóbatas de 30 e 64 metros (Fig. 13). A maior abundância ocorreu próximo à costa, na isóbata de 34 metros, na região do Rio de Janeiro (Fig. 13).

Cerca de 60% das paralarvas foram identificadas até o nível taxonômico de Família ($n=11$). As paralarvas identificadas como *D. sanpaulensis* ($n=2$) foram encontradas apenas na região norte da área de estudo entre as isóbatas de 40 e 45 metros (Fig. 14). As paralarvas de *D. plei* ($n=5$) foram encontradas na região mais ao sul da área de estudo, ocorrendo principalmente próximo à Cananéia (25°S) entre as isóbatas de 30 e 60 metros (Fig. 15).

Figura 13. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 14. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 15. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Neste cruzeiro o comportamento da ACAS foi semelhante ao observado no SARDINHA-1. No entanto, a presença da ACAS na superfície não ocorreu,

e as temperaturas mínimas registradas na superfície estiveram entre 21°C e 22°C, na região entre Cabo Frio e o Rio de Janeiro (Fig. 16 e 18–21). Com relação à salinidade é possível observar que na região de Cananéia foram registrados os menores valores de salinidade, provavelmente devido a descarga continental nos estuários do complexo Iguape-Cananéia (Fig. 17), e assim como no SARDINHA-1, a Corrente do Brasil esteve na região norte entre Cabo Frio e Santos. Assim como no SARDINHA-1, houve presença das massas de água, AC, ACAS, AP e AT (Fig. 22).

Figura 16. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 17. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

As paralarvas identificadas como *D. sanpaulensis* distribuíram-se onde a TSM variou de 22,9°C a 23,8°C, já as paralarvas de *D. plei* ocorreram em locais onde a TSM foi mais elevada (24,8°C a 26,7°C). Através dos mapas de distribuição horizontal de temperatura e salinidade superficial do mar (SSM), é possível observar que *D. sanpaulensis* esteve associada a águas superficiais mais frias do que *D. plei* (Fig. 14 e 16). Em relação à salinidade, *D. plei* apresentou maior ocorrência em locais com águas superficiais menos salinas, ao largo de Cananéia (Fig. 15 e 17). As paralarvas ocorreram em águas estratificadas, com a termoclina nas camadas superficiais, não ultrapassando 15 metros de profundidade e com importante presença das ACAS, com exceção das estações 5833, 5836 e 5838 (Fig. 23–25), localizadas próximas à costa e ao sul da área de estudo (Fig. 13).

Figura 18. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 1–5, no cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 19. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 6–10, no cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 20. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 11–15, no cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 21. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), transecto 16–17, no cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 22. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), no cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 23. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 24. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

Figura 25. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP), cruzeiro SARDINHA-2.

OPISS-1

No cruzeiro OPISS-1 as paralarvas ($n=37$) ocorreram em 17 das 43 estações, entre as isóbatas de 25 e 68 metros em torno da Ilha de São Sebastião (24°S). A maior abundância ocorreu a oeste da ilha, na isóbata de 43 metros (Fig. 26).

Cerca de 50% das paralarvas encontradas foram identificadas até o nível taxonômico de Família ($n=19$), e o restante como *Doryteuthis plei* ($n=18$). As paralarvas de *D. plei* ocorreram entre as isóbatas 25 e 65 metros (Fig. 27).

Neste cruzeiro, a superfície ao largo da Ilha de São Sebastião apresentou temperatura $> 25,6^{\circ}\text{C}$ (Fig. 28), sendo os maiores valores localizados nos limites norte e a oeste da região. A salinidade variou entre 30,8 e 35,1, os valores mínimos foram encontrados próximo à costa na região oeste e o maiores ocorrem ao sul da Ilha de São Sebastião (Fig. 29). Nas camadas subsuperficiais, observadas através dos mapas de distribuição vertical das massas de água (Fig. 30–32) é possível observar a presença da AT e abaixo

desta e mais ao sul da ilha intrusões da ACAS. O diagrama T-S (Fig. 33) confirma a presença da AC, da ACAS e da AT.

As paralarvas distribuíram-se onde a TSM variou de 25,6°C a 28,4°C e a SSM de 31,3 a 35,1. Já, paralarvas de *D. plei* foram encontradas em locais onde a TSM foi de 25,6°C a 27,8°C e a SSM de 33,2 a 35,1. As paralarvas ocorreram associadas à coluna de água estratificada e com a presença da ACAS nas estações localizadas ao sul da região (Fig. 34–37).

Figura 26. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 27. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 28. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 29. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em fevereiro de 1994 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 30. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transectos 1–2, cruzeiro OPISS-1.

Figura 31. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transectos 3–7, cruzeiro OPISS-1.

Figura 32. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), transecto 8, cruzeiro OPISS-1.

Figura 33. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), no cruzeiro OPISS-1.

Figura 34. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 35. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 36. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

Figura 37. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-1.

OPISS-2

No cruzeiro OPISS-2 as paralarvas ($n=12$) ocorreram em 8 das 43 estações, entre as isóbatas de 20 e 61 metros (Fig. 38). Diferente da distribuição encontrada no OPISS-1, as paralarvas ocorreram em estações mais afastadas da Ilha de São Sebastião.

Cerca de 67% das paralarvas encontradas foram identificadas até o nível taxonômico de Família (n=8). Houve ocorrência de *D. sanpaulensis* (n=3) e apenas um exemplar identificado como *D. plei*. As paralarvas de *D. sanpaulensis* ocorreram em duas estações ao sul da ilha, entre as isóbatas de 53 e 61 metros (Fig. 39), a paralarva de *D. plei* foi encontrada a oeste da ilha, na isóbata de 37 metros (Fig. 40).

Figura 38. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Neste cruzeiro, tanto a TSM quanto a SSM apresentaram variação de 21°C a 24,3°C e 33,4 a 35,5, respectivamente (Fig. 41 e 42). A camada de mistura foi bem definida, com espessura inferior a 20 metros e temperaturas próximas a 22°C (Fig. 43–45). Assim como no OPISS-1, nas camadas subsuperficiais houve presença da AT (Fig. 43–45). Com relação à

ACAS foi semelhante ao que ocorreu no verão, responsável pela estratificação da coluna de água (Fig. 43–45). O diagrama T-S (Fig. 46) evidencia, além da AT e da ACAS, a presença da AC, observada próximo à costa.

As paralarvas foram encontradas em locais com condições semelhantes, sendo a TSM entre 21,8 e 23,0°C e SSM entre 34,5 e 35,4. A ocorrência de paralarvas se deu em águas estratificadas e com a presença da ACAS, com exceção das estações 6478 e 6479 (Fig. 47 e 48), localizadas nas proximidades da costa na região oeste da Ilha de Sebastião (Fig. 38).

Figura 39. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Figura 40. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2

Figura 41. Distribuição horizontal da temperatura registrada em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Figura 42. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em outubro de 1997 na região da Ilha de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Figura 43. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transectos 1 e 2, cruzeiro OPISS-2.

Figura 44. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transectos 3–7, cruzeiro OPISS-2.

Figura 45. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), transecto 8, cruzeiro OPISS-2.

Figura 46. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Figura 47. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

Figura 48. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP), cruzeiro OPISS-2.

DEPROAS-1

No cruzeiro DEPROAS-1, as paralarvas (n=59) coletadas com a rede Bongô ocorreram em 3 das 16 estações, próximo a costa, entre as isóbatas de 35 e 40 metros (Fig. 49). As paralarvas (n=35) capturadas com a rede Multinet ocorreram em 6 das 63 amostras, provenientes de 4 estações de coleta (n=14), entre as isóbatas de 35 e 113 metros (Fig. 50) e até o estrato de 40 metros de profundidade (Fig. 51).

As paralarvas de *D. sanpaulensis* coletadas com a rede Bongô (n=44) e Multinet (n=20) ocorreram nas mesmas estações, estas foram realizadas na mesma posição geográfica em dias e horário de coleta diferentes. Com relação a distribuição horizontal, as paralarvas ocorreram próximo à costa na isóbata de 40 metros (Fig. 52). Em relação à distribuição vertical, as paralarvas foram encontradas nos estratos de 20 e 40 metros de profundidade, sendo que a maior estimativa de abundância foi obtida no estrato dos 20 e 40 metros (24,7 paralarvas.100m⁻³) (Fig. 53).

Através dos mapas de distribuição vertical de temperatura e salinidade (Fig. 54 e 55) é possível observar o afloramento da massa de água com temperaturas < 18°C e valores de salinidade < 36, característicos da ACAS. Além disso, pode-se notar o afastamento de águas com temperaturas > 24°C em direção ao oceano, indicando afastamento de águas superficiais costeiras e consequente ressurgência. O diagrama T-S (Fig. 56) evidencia a presença da ACAS e da AT na área de estudo.

As paralarvas distribuíram-se onde a TSM variou de 14,7°C a 24,4°C e a SSM de 35,3 a 36,0. As paralarvas de *D. sanpaulensis* foram encontradas em locais onde a TSM variou de 14,7 a 23,11°C e a SSM de 35,3 a 35,5.

Neste cruzeiro a relação entre a ocorrência de paralarvas e a ressurgência foi fortemente evidenciada pelo aumento da abundância de *D. sanpaulensis* nas estações realizadas nas mesmas posições geográficas, porém em dias diferentes. A estação onde ocorreu 15,8 paralarvas.100m⁻³ apresentou a coluna de água estratificada, com a presença da ACAS abaixo de 15 metros de profundidade (estação 6889; Fig. 57). Na estação onde ocorreu 24,7 paralarvas.100m⁻³, realizada três dias depois, a coluna de água estava homogênea e com a presença da ACAS da superfície ao fundo (estação 6909; Fig. 57).

Figura 49. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), DEPROAS-1.

Figura 50. Localização das estações de coleta da rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 51. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 52. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 53. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede Multinet em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 54. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transectos 1-5, cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 55. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transecto 6, cruzeiro DEPROAS-1

Figura 56. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 57. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

Figura 58. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-1.

DEPROAS-2

No cruzeiro DEPROAS-2 as paralarvas ($n=13$) coletadas com a rede Bongô ocorreram em 8 estações das 19, próximo à costa, entre as isóbatas de 37 e 57 metros (Fig. 59). Na rede Multinet ocorreu apenas uma paralarva na isóbata de 100 metros (Fig. 60), no estrato de 20 metros de profundidade (Fig. 61).

Diferente do que ocorreu no DEPROAS-1, as paralarvas de *D. sanpaulensis* foram pouco abundantes, houve ocorrência de apenas um indivíduo na isóbata de 57 metros (Fig. 62). As paralarvas identificadas como *D. plei* ($n=6$) foram encontradas em 3 estações de coleta entre as isóbatas de 39 e 52 metros (Fig. 63).

Os mapas de distribuição vertical de temperatura e salinidade (Fig. 64 e 65) mostram um padrão diferente ao ocorrido do DEPROAS-1, ou seja, neste cruzeiro observa-se um processo de subsidência, evidenciado pela intrusão na região costeira de águas com temperaturas $> 22^{\circ}\text{C}$ e salinidade com valores $>$

36, características da AT. Assim como no DEPROAS-1, o diagrama T-S (Fig. 66) mostra que a região foi dominada pela ACAS, AT e sinais da AP (Água de Plataforma), proveniente da mistura das massas de água dominantes.

As paralarvas distribuíram-se em locais onde a TSM e a SSM apresentaram uma ligeira variação (22,3 a 22,7°C e 35,1 a 35,7), em comparação às condições encontradas no DEPROAS-1. As paralarvas ocorreram, principalmente, em estações com águas homogêneas (Fig. 67 e 68).

Figura 59. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Figura 60. Localização das estações de coleta da rede Multinet em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Figura 61. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Multinet em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Figura 62. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Figura 63. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ)

Figura 64. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transectos 1-5, cruzeiro DEPROAS-2.

Figura 65. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), transecto 6, cruzeiro DEPROAS-2.

Figura 66. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.

Figura 67. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.

Figura 68. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em julho de 2002 na região de Cabo Frio (RJ), cruzeiro DEPROAS-2.

DEPROAS-3

No cruzeiro DEPROAS-3 as paralarvas ($n=15$) ocorreram 7 estações das 49, entre as isóbatas de 14 e 105 metros ao longo da área de estudo (Fig. 69). Todas as paralarvas encontradas nesse cruzeiro foram identificadas até o nível taxonômico de Família, devido a perda do padrão de cromatóforos. Os maiores valores de abundância foram encontrados próximo a costa na região entre Cabo Frio e o Rio de Janeiro e de Ubatuba ($4,0$ e $4,6$ paralarvas. 100m^{-3}), nas isóbatas de 38 e 14 metros, respectivamente.

Neste cruzeiro, a TSM foi acima de 24°C em toda a área de estudo, exceto na região entre o Cabo Frio e o Rio de Janeiro (Fig. 70), onde os valores foram $< 18^{\circ}\text{C}$, decorrentes da presença da ACAS, ocasionada pelo fenômeno de ressurgência costeira. Os mapas de distribuição vertical de temperatura mostram a presença de águas frias próximo à costa e em alguns transectos na superfície (Fig. 72–75). Com relação à salinidade, pode-se observar que na região costeira de Angra dos Reis, os valores estiveram abaixo de 34 (Fig. 71). Através dos mapas de distribuição vertical foi possível notar maiores valores de salinidade (> 36) com o afastamento da costa, provavelmente influenciados pela AT (Fig. 72–75). O diagrama T-S (Fig. 76) mostra a presença da AC, ACAS e AT na área de estudo.

As paralarvas distribuíram-se em locais onde a TSM e a SSM variaram de $15,0$ a $26,7^{\circ}\text{C}$ e $34,6$ a $35,7$. Através dos mapas de distribuição horizontal de temperatura e salinidade superficial (Fig. 70 e 71) é possível observar que as paralarvas ocorreram tanto em locais com temperaturas e salinidades mais altas, quanto em regiões com temperaturas e salinidades mais baixas. A

maioria das estações positivas para a ocorrência de paralarvas apresentaram coluna de água estratificada (Fig. 77 e 78)

Figura 69. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP).

Figura 70. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 71. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 72. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 1-2, cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 73. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 3-7, cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 74. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 8–12, cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 75. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2002 na região entre de Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 13–14, cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 76. Diagrama T-S espalhado dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2002 na região na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 77. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-3.

Figura 78. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em janeiro de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-3.

DEPROAS-4

No cruzeiro DEPROAS-4 as paralarvas ($n=15$) ocorreram em 8 DAS 47, entre as isóbatas de 14 e 78 metros ao longo de toda a área de estudo (Fig. 79). Os maiores valores de abundância ocorreram em locais semelhantes ao do DEPROAS-3, próximo a costa na região do Rio de Janeiro e de Ubatuba ($3,1$ e $3,6$ paralarvas. $100m^{-3}$), nas isóbatas de 34 e 26 metros, respectivamente.

Houve ocorrência de duas paralarvas identificadas como *D. plei* em apenas uma estação, próximo a Ilha de São Sebastião, na isóbata de 60 metros (Fig. 80). As paralarvas identificadas como *D. sanpaulensis* ($n=5$) foram encontradas em quatro estações, principalmente na região norte da área de estudo, entre as isóbatas de 28 e 60 metros (Fig. 81).

Figura 79. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 80. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 81. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4

Neste cruzeiro, a TSM variou aproximadamente entre 20°C a 23°C, e apenas na região costeira e na superfície ao largo de Cabo Frio foram registradas águas com temperaturas < 18°C, decorrente da ressurgência costeira (Fig. 82, 84–86). Na região costeira, exceto ao largo de Cabo Frio, a salinidade superficial apresentou valores < 34 (Fig. 83), com o afastamento da costa os valores estiveram > 36, porém nas camadas mais profundas os valores estiveram em torno de 35, característica da ACAS (Fig. 84–86), indicando a intrusão dessa massa de água na plataforma. Assim como do DEPROAS-3, a área apresentou a presença de AC, ACAS e AT (Fig. 87).

As paralarvas foram encontradas em locais onde a TSM variou de 20,2 a 22,9°C e a SSM de 33,1 a 35,7. Através dos mapas de distribuição horizontal de temperatura e salinidade (Fig. 82 e 83), pode-se observar que a região de ocorrência de paralarvas se deu em locais com valores de temperatura e

salinidades mais baixos, quando comparado com as regiões em que não ocorreram paralarvas. Através dos perfis verticais (Fig. 88 e 89) é possível observar que nessa situação as estações positivas apresentaram águas homogêneas e presença da AC, com exceção da estação 7310, localizada ao norte da região de estudo (Fig. 79).

Figura 82. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 83. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 84. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 1-5, cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 85. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 6–10, cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 86. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP), transectos 11–13, cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 87. Diagrama T-S dos parâmetros registrada em agosto de 2002 na região na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP), cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 88. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-4.

Figura 89. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião, cruzeiro DEPROAS-4.

ECOSAN-3

No cruzeiro ECOSAN-3 as paralarvas ($n=7$) foram encontradas em 4 estações das 11. Os maiores valores de abundância foram encontrados no Canal e na Baía de Santos (4,3 e 4,0 paralarvas. $100m^{-3}$), nas isóbatas de 12 e 13 metros, respectivamente (Fig. 90).

Houve ocorrência de paralarvas identificadas como *Loliguncula brevis* ($n=5$) e 2 paralarvas identificadas até o nível taxonômico de família. As paralarvas de *L. brevis* (Fig. 91) foram encontradas em três estações de coleta, sendo duas na Baía e uma no Canal de Santos, entre as isóbatas de 7 e 13 metros.

Neste cruzeiros a TSM variou de 24,2 a 25,8°C (Fig. 92), no entanto a salinidade superficial apresentou grande variação (7,2 a 32,6), com menores valores no Canal de Bertioga (Fig. 93). Através dos mapas de distribuição vertical (Fig. 94) pode-se observar uma homogeneidade em relação à temperatura, porém a salinidade mostrou-se heterogênea na região do Canal

de Bertioga e no Canal de Santos (transectos 1 e 2). O diagrama T-S (Fig. 95) evidencia a dominância da AC na área de estudo.

As paralarvas de distribuíram-se onde a SSM foi de 27,3 a 32,1 93) e a TSM de 25,6 a 25,7°C. As estações positivas para paralarvas apresentaram águas homogêneas e com a presença da AC (Fig. 96).

Figura 90. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Lolinidae coletadas com a rede bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 91. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Lolliguncula brevis* coletadas com a rede bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 92. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 93. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 94. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), transectos 1–4, cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 95. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 96. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em agosto de 2002 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3

ECOSAN HIDRODINÂMICA-1

No cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1 as paralarvas (n=24) coletadas com a rede Bongô ocorreram em 13 das 36 estações entre as isóbatas de 18 e 59 metros, ao longo de toda área de estudo (Fig. 97). As paralarvas (n=2) coletadas com a rede Multinet ocorreram em 2 das 14 amostras provenientes de 2 estações (n=5), entre as isóbatas de 57 e 59 metros (Fig. 98), até o estrato de 20 metros de profundidade (Fig. 99).

Cerca de 67% das paralarvas foram identificadas até o nível taxonômico de Família (n=16). As paralarvas identificadas como *D. plei* (n=7) foram encontradas em 3 estações de coleta entre as isóbatas de 30 e 41 metros, principalmente na região sul da área de estudo (Fig. 100). A maior abundância (5,5 paralarvas.100m⁻³) de *D. plei* ocorreu próximo a Peruíbe (24°40'S) (Fig. 100). Houve ocorrência de apenas uma paralarva identificada como *L. brevis* próximo a costa na região de Santos (24°50'S) na isóbata de 25 metros (Fig. 101). As paralarvas coletadas com a rede Multinet foram identificadas até Família, a estimativa de abundância obtida foi semelhante nas duas estações (4,7 e 4,9 paralarvas.100m⁻³) (Fig. 99).

Neste cruzeiro a distribuição horizontal e vertical de temperatura apresentou pouca variação, ficando entre 19,2°C e 22,7°C (Fig. 102, 104 e 105). Já, a salinidade apresentou valores < 32 próximo à costa (Fig. 103) e > 35 afastados da costa associados a temperaturas < 20 °C (Fig. 104 e 105), característica da intrusão da ACAS na área de estudo.

As paralarvas distribuíram-se em locais onde a TSM foi de 19,5 a 22,7°C e a SSM de 31,8 a 34,7. Com relação a estrutura vertical da coluna de água, pode observar que para salinidade a coluna de água foi estratificada em

algumas estações, mas para a temperatura todas as estações apresentaram-se homogêneas (Fig. 107 e 108).

Figura 97. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de Lolinidae coletadas com a rede bongô em setembro de 2005 na região de entre Santos e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 98. Localização das estações de coleta da rede Multinet em setembro de 2005 na região entre a São Sebastião (SP) e Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 99. Distribuição vertical da abundância de paralarvas de Lolinidae coletadas com a rede Multinet em setembro de 2005 na região entre São Sebastião e Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 100. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede bongô em setembro de 2005 na região de entre Santos e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 101. Distribuição horizontal da abundância de paralarvas de *Lolliguncula brevis* em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 102. Distribuição horizontal da temperatura registrada na superfície em setembro de 2005 na região de entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 103. Distribuição horizontal da salinidade registrada na superfície em setembro de 2005 na região de entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 104. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), transectos 1 e 2, cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1.

Figura 105. Distribuição vertical da salinidade e temperatura registrada em setembro de 2005 na região entre São Sebastião (SP) e Peruíbe (SP), transectos 3–6, cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1.

Figura 106. Diagrama T-S dos parâmetros registrados registrada em janeiro de 2005 na região de Santos (SP), cruzeiro ECOSAN-3.

Figura 107. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Loliginidae em setembro de 2005 na região entre de São Sebastião e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

Figura 108. Perfis verticais de temperatura e salinidade das estações positivas para as paralarvas de Lolinidae em setembro de 2005 na região entre de São Sebastião e Peruíbe (SP), cruzeiro ECOSAN-HIDRODINÂMICA-1.

5.3. Síntese da ocorrência e distribuição das paralarvas de Loliginidae

As espécies de Loliginidae encontradas no presente trabalho apresentaram diferenças em relação à distribuição horizontal, com relação à profundidade e à latitude e também às condições oceanográficas.

Doryteuthis sanpaulensis foi encontrada principalmente na região norte da área de estudo, nos cruzeiros SARDINHA-2, OPISS-2, DEPROAS-1, DEPROAS-2 e DEPROAS-4 (Tabela 2). A maior estimativa de abundância ($24,7 \text{ paralarvas} \cdot 100\text{m}^{-3}$) ocorreu no DEPROAS-1 em fevereiro de 2001 na região de Cabo Frio, associada a fenômenos de ressurgência. Nos cruzeiros realizados no verão as paralarvas ($n=66$) foram encontradas apenas na região norte da área de estudo (Cabo Frio), entre as isóbatas de 40 e 45 metros e associadas a TSM entre $14,7^{\circ}\text{C}$ a $23,8^{\circ}\text{C}$ e a SSM entre $34,5$ a $35,5$ (Tabela 3). Com relação à estrutura vertical da coluna de água as paralarvas foram encontradas em águas homogêneas, dominadas pela ACAS e em águas estratificadas, com a presença da ACAS e da AT. Na primavera, as paralarvas ($n=3$) ocorreram na região central da área de estudo, próximo à Ilha de São Sebastião, entre as isóbatas de 53 e 61 metros, associadas a TSM e SSM em torno de $22,5^{\circ}\text{C}$ e $33,2$, respectivamente (Tabela 3) e em águas estratificadas, com a presença da ACAS e da AT, como nos cruzeiros de verão. No inverno, as paralarvas ($n=6$) ocorreram ao longo da área amostrada nesta estação, entre as isóbatas de 28 e 60 metros associadas a TSM e SSM entre $20,2^{\circ}\text{C}$ a $22,6^{\circ}\text{C}$ e $33,1$ a $35,7$, respectivamente (Tabela 3) e principalmente em águas homogêneas com a presença de AC, ACAS e AT.

Doryteuthis plei foi a espécie mais frequente nas amostras analisadas, sendo encontrada principalmente na região sul da área de estudo, entre a Ilha

de São Sebastião e Cananéia, nos cruzeiros SARDINHA-2, OPISS-1, OPISS-2, DEPROAS-2, DEPROAS-4 e ECOSAN HIDRODINÂMICA-1 (Tabela 2). A maior frequência de ocorrência e abundância foram obtidas no cruzeiro OPISS-1 em fevereiro de 1994 na região da Ilha São Sebastião. Nos cruzeiros realizados no verão as paralarvas (n=23) ocorreram na região sul (Ilha de São Sebastião a Cananéia) da área de estudo entre as isóbatas de 25 e 65 metros, associadas a TSM mais quentes (24,8°C a 27,8°C) (Tabela 3). Com relação à estrutura vertical da coluna de água, as paralarvas foram encontradas principalmente em águas estratificadas com a presença da AC, da ACAS e da AT. Nos cruzeiros realizados na primavera as paralarvas (n=8) ocorreram ao longo da área amostrada nesta estação, entre as isóbatas de 30 e 46 metros, associadas a TSM entre 20,3°C a 23,0°C e a SSM entre 33,9 a 35,0 (Tabela 3) e em águas homogêneas na presença da AC. Nos cruzeiros de inverno, assim como na primavera, as paralarvas (n=8) ocorreram ao longo da área amostrada nesta estação, sendo encontradas na região norte da área de estudo entre as isóbatas de 25 e 60 metros, associadas a características oceanográficas semelhantes as observadas na primavera (Tabela 3).

Lolliguncula brevis ocorreu apenas na região de Santos. No verão as paralarvas (n=5) foram encontradas na baía de Santos entre as isóbatas de 7 e 13 metros, associadas a TSM em torno de 25°C e a baixas salinidades (27,3 a 32,1) e em águas homogêneas com a presença da AC. Na primavera houve ocorrência de apenas um indivíduo, próximo à costa na região de Santos, na isóbata de 25 metros associada a TSM de 20,3°C e a SSM de 31,2 (Tabela 3).

5.4. Comprimento dorsal do manto (CM)

5.4.1. Padrões gerais

De modo geral, as paralarvas apresentaram comprimento entre 1,1 e 6,3 mm CM, (Tabela 4). Cerca de 37% (N=90) das paralarvas não puderam ser medidas devido a inversão do manto.

Tabela 4. Comprimento dorsal do manto – CM (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

Cruzeiro	Loliginidae		<i>D. sanpaulensis</i>		<i>D. plei</i>		<i>L. brevis</i>	
	CM (mm)	N	CM (mm)	N	CM (mm)	N	CM (mm)	N
SARDINHA-1								
<i>Bongô</i>	2,1–2,4	2	-	-	-	-	-	-
SARDINHA-2								
<i>Bongô</i>	1,7–4,1	12	2,3–3,2	2	1,7–3,9	5	-	-
OPISS-1								
<i>Bongô</i>	1,3–4,9	29	-	-	1,7–3,0	17	-	-
OPISS-2								
<i>Bongô</i>	1,3–6,3	8	3,2–4,5	3	1,5	1	-	-
DEPROAS-1								
<i>Multinet</i>	1,6–4,7	25	1,9–3,4	17	-	-	-	-
<i>Bongô</i>	1,6–4,5	32	1,6–4,6	29	-	-	-	-
DEPROAS-2								
<i>Multinet</i>	3,8	1	-	-	-	-	-	-
<i>Bongô</i>	1,2–4,6	12	-	-	1,8–4,6	6	-	-
DEPROAS-3								
<i>Bongô</i>	1,1–2,1	8	-	-	-	-	-	-
DEPROAS-4								
<i>Bongô</i>	1,5–3,7	7	2,1–2,9	3	2,4–3,7	2	-	-
ECOSAN-3								
<i>Bongô</i>	1,3–1,4	6	-	-	-	-	1,3–2,2	4
ECOSAN-H1								
<i>Multinet</i>	3,6–4,1	2	-	-	-	-	-	-
<i>Bongô</i>	1,4–5,7	11	-	-	1,8–2,0	5	-	-

As paralarvas coletadas com a rede Bongô apresentaram comprimento entre 1,1 a 6,3 mm CM (Tabela 4), sendo a maior frequência entre as classes

de comprimento de 1,0 e 3,0 mm CM (Fig. 109a). Com a rede Multinet o tamanho das paralarvas variou entre 1,6 e 4,7 mm CM (Tabela 4), a maior frequência ocorreu entre as classes de comprimento de 1,0 e 3,5 mm CM (Fig. 109b), semelhante a verificada na rede Bongô. Não foi observada diferença significativa (Mann-Whitney $U=1404,5$ $p=0,08276$) entre o comprimento das paralarvas coletadas com as redes Bongô e Multinet. A fim de verificar diferença do CM entre as estações do ano, os comprimentos das paralarvas coletadas com a Bongô foram agrupados aos da Multinet. Contudo, não foi observada diferença estatística do CM entre as estações do ano (Kruskal-Wallis $\chi^2=3,2206$, $gl=2$, $p=0,1998$).

Figura 109. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de coletadas com a rede Bongô (a) e com a Multinet (b) no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

Com relação à distribuição horizontal, foi possível observar que durante o verão as paralarvas foram concentradas até a isóbata 50 metros ($N = 66$), apresentando maior frequência na classe de comprimento entre 2,0 e 3,0 mm CM, no entanto entre as isóbatas de 51 e 100 metros ($N = 23$) maior frequência foi entre 2,0 e 2,5 mm CM (Fig. 110), não houve diferença significativa (Mann-Whitney $U=776$ $p=0,8771$) entre esses intervalos de profundidade. Durante a primavera, as maiores paralarvas foram encontradas entre as isóbatas de 51 e 100 metros (Fig. 111). No inverno ocorreu o inverso ao observado na primavera, com as paralarvas de maior tamanho coletadas em profundidades iguais ou inferiores a isóbata de 50 metros (Fig. 112).

Figura 110. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Loliginidae* coletadas a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de verão no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

Figura 111. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de primavera no período entre 1997 e 2005 na região entre São Sebastião e Peruíbe (SP).

Figura 112. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de Loliginidae coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (a), 51 e 100 m (b) nos meses de inverno no período entre 2001 e 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP).

Quanto à distribuição vertical do CM, não foi possível detectar padrões sazonais, pois nos cruzeiros de inverno e primavera ocorreram uma e duas paralarvas, respectivamente. Assim, as distribuições de CM foram analisadas apenas em função da profundidade. Através da figura 109b é possível observar que a distribuição dos comprimentos foram semelhantes nos dois intervalos de profundidade.

5.4.2. *Doryteuthis plei*

As paralarvas de *D. plei* foram coletadas apenas com a rede Bongô e apresentaram comprimento entre 1,5 e 4,6 mm CM (Fig. 113). Nos meses de verão a maior frequência foi entre 2,0 e 2,5 mm CM nos dois intervalos de profundidade (Fig. 113a), na primavera houve ocorrência apenas na classe de comprimento entre 1,5 e 2,0 mm CM (Fig. 113b) até a isóbata de 50 metros, já no inverno a maior frequência foi entre 4,0 e 4,5 mm CM (Fig. 113c). Houve diferença significativa do CM entre as estações do ano (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 11,1518$, gl= 2, $p = 0,003$), as diferenças só ocorreram quando comparado com o inverno.

5.4.3. *Doryteuthis sanpaulensis*

As paralarvas de *D. sanpaulensis* apresentaram comprimento semelhante (1,7 a 4,5 mm CM) ao de *D. plei*. (Fig. 114). Com relação à distribuição horizontal, nos meses de verão as paralarvas foram mais frequentes na classe de comprimento entre 2,0 e 4,0 mm CM e só ocorreram

até a isóbata de 50 metros (Fig. 114a). Nos meses de primavera e inverno houve ocorrência de apenas três indivíduos, sendo que durante a primavera as paralarvas foram encontradas apenas entre 51 e 100 metros (Fig. 114a e b). Quanto à distribuição vertical, as paralarvas ocorreram somente no verão, nos intervalos de profundidade entre a superfície e 20 metros e entre 20 e 40 metros, com maior frequência entre 2,5 e 3,5 mm CM (Fig. 115).

Figura 113. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis plei* coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (esquerda), 51 e 100 m (direita) nos meses de verão (a), primavera (b) e inverno (c) no período entre 1993 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

Figura 114. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede Bongô entre 0 e 50 m (esquerda), 51 e 100 m (direita) nos meses de verão (a), primavera (b) e inverno (c) no período entre 1993 e 2002 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e São Sebastião (SP).

Figura 115. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Doryteuthis sanpaulensis* coletadas com a rede Multinet entre superfície e 20 m e entre 20 e 40 m no verão de 2001 e 2005 na região de Cabo Frio (RJ).

5.4.4. *Lolliguncula brevis*

Com relação às paralarvas identificadas como *Lolliguncula brevis*, foi possível obter o comprimento de apenas quatro paralarvas coletadas nos meses de verão na região de Santos, variando entre 1,3 e 2,2 mm CM (Fig. 116).

Figura 116. Distribuição do comprimento dorsal do manto (mm) das paralarvas de *Lolliguncula brevis* coletadas com a rede Bongô em janeiro de 2005 na região de Santos (SP).

5.5. Análises Estatísticas

Modelos lineares generalizados (GLM)

Os resultados mostram que a temperatura, a profundidade e o mês são as variáveis mais importantes para explicar a ocorrência de paralarvas de Loliginidae. A temperatura superficial (AIC= 362,07) foi a variável explicativa mais importante, e a variável mês (LRT= 33,44) a mais incorporada ao modelo (Tabela 5). A partir disso, pode-se dizer que a ocorrência de paralarvas está associada aos meses de verão. Com relação à temperatura superficial, as paralarvas ocorrem em intervalos de 20 a 24°C, aproximadamente. Quanto à profundidade foi possível observar que a maior presença de paralarvas está relacionada às menores profundidades (20–60 m) (Fig. 117).

Em relação à abundância, as variáveis que mais influenciaram foram a temperatura superficial, o mês, o ano, e o parâmetro de estratificação térmica. O parâmetro de estratificação foi a variável explicativa mais importante (AIC = 311,16), porém a temperatura superficial ($F = 266,12$) é a variável mais incorporada ao modelo (Tabela 5). O modelo indica que a maior abundância está correlacionada com águas mais frias. Além disso, pode-se notar que há correlação positiva entre a abundância e o intervalo de TSM aproximadamente entre 21,5 a 22,5°C (Fig. 118).

Tabela 5. Sumário do modelo ajustado para presença/ausência e abundância de paralarvas de Loliginidae coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). AIC = Critério de Informação de Akaike, F = Teste de Verossimilhança, p(Chi) = Teste de Probabilidade de Chi-quadrado.

Presença/Ausência			
Modelo: pa ~ TSM + prof + mes			
Variável	AIC	LRT	p(Chi)
TSM (df=1)	362,07	6,09	0,01
Profundidade (df=1)	377,05	21,07	0,00
Mês (df=7)	377,43	33,44	0,02

Abundância			
Modelo: abundancia ~ TSM + dt + mes + ano			
Variável	AIC	F	p(Chi)
TSM (df=1)	327,68	266,12	1,55E-03
dt (df=1)	311,16	69,72	9,82E-03
Mês (df=1)	315,24	118,24	9,00E-04
Ano (df=1)	313,65	99,31	2,23E-03

Figura 117. Relações não lineares entre as variáveis resposta (presença/ausência) e contínuas baseadas no melhor modelo. (a) TSM e (b) Profundidade.

Figura 118. Relações não lineares entre as variáveis resposta (abundância) e contínuas baseadas no melhor modelo.

Análise de Redundância (RDA)

As variáveis abióticas selecionadas pelo teste de permutação Monte Carlo ($p < 0,05$) para a realização da RDA foram a latitude, profundidade, temperatura e salinidade superficial e temperatura de fundo. O Fator de Inflação de Variância (VIF) não apresentou colinearidade entre as variáveis.

A RDA aplicada as variáveis bióticas e abióticas resultou na explicação de 99,7% da variabilidade dos dados nos eixo 1 e 2 (Tabela 6). As variáveis abióticas explicam 68,5% da variabilidade, desta 62,5% é explicada no eixo 1. Neste eixo, as variáveis mais importantes foram a profundidade ($r = -0,83$) e a salinidade superficial ($r = 0,76$). No eixo 2, as variáveis abióticas explicam 37,2%, sendo a TSM ($r = -0,55$) e a latitude as variáveis mais importantes ($r = -0,55$). A correlação entre as variáveis bióticas e abióticas foi elevada, tanto no eixo 1 ($r = 0,92$) quanto no eixo 2 ($r = 0,73$) (Tabela 6).

Tabela 6. Correlação entre os eixos canônicos e as variáveis abióticas da Análise de Redundância (RDA), selecionada pelo teste de Monte Carlo ($p < 0,05$) e Sumário estatístico da análise.

Variáveis abióticas	Eixos			
	1	2	3	4
Latitude	0,1291	-0,5505	0,0492	0,0000
Profundidade	-0,8289	0,0868	0,0451	0,0000
TSM	-0,0138	-0,5548	-0,2111	0,0000
Temperatura de fundo	0,3641	0,4102	0,0918	0,0000
SSM	-0,7621	0,2014	0,1075	0,0000
Sumário estatístico				
Autovalores	0,428	0,255	0,002	0,226
Correlação variáveis bióticas e abióticas	0,921	0,729	0,362	0
% Acumulada da variância:				
nos dados bióticos	42,8	68,3	65,5	91,0
na relação bióticos-abióticos	62,5	99,7	100	0
Soma dos autovalores				1,000
Soma dos autovalores canônicos				0,685

O diagrama de ordenação (Fig. 119) mostra a influência das variáveis abióticas na distribuição e abundância das espécies de Loliginidae. *Lolliguncula brevis* foi influenciada por profundidades menores e salinidades superficiais baixas em relação à *D. sanpaulensis* e *D. plei*. No entanto, *D. sanpaulensis* distribuiu-se em latitudes menores, e em temperaturas superficiais mais frias do que *D. plei* e *L. brevis*.

Figura 119. Diagrama de ordenação (biplot) da Análise de Redundância (RDA) das variáveis bióticas e abióticas selecionados pelo teste de Monte Carlo ($p < 0,05$). Prof. = profundidade (m), SSM=salinidade superficial do mar, Temp. f= temperatura de fundo e TSM=temperatura superficial do mar.

6. Discussão

6.1. Identificação e Amostragem

Devido à ausência do padrão de cromatóforos, causada pelo tempo de conservação das amostras (MORENO et al., 2009) e/ou pela deterioração dos cromatóforos possivelmente ocasionada pela fixação em solução de formaldeído 4% (NESIS, 1999), somente metade das paralarvas encontradas puderam ser identificadas a nível específico.

Com relação à frequência de ocorrência, foi possível observar que as paralarvas foram pouco frequentes nas amostras analisadas, o que pode estar relacionado aos métodos de coleta, já que os estágios iniciais de cefalópodes costumam ser normalmente raros em amostras de plâncton (VECCHIONE, 1987). Embora sejam grandes e robustos, os exemplares nesses estágios são considerados comumente, subamostrados (BOYLE & RODHOUSE, 2005). Além disso, imediatamente após a eclosão, as paralarvas são nadadoras ativas, atributo que as tornam capazes de escapar dos equipamentos de coleta (HANLON et al., 1985). Apesar dessas limitações, a distribuição e estimativa de abundância de paralarvas obtidas através de cruzeiros oceanográficos são importantes pistas para a detecção do complexo ciclo de vida de cefalópodes, assim como para a compreensão da relação entre as características oceanográficas e os mecanismos responsáveis pelo sucesso do recrutamento (BOYLE & RODHOUSE, 2005).

Segundo Diekmann & Piatkowski (2002), a rede Bongô captura eficientemente paralarvas pequenas, isso corrobora com os resultados obtidos neste estudo, pois cerca de 60% das paralarvas apresentaram comprimento do

manto de até de 3,0 mm CM. A vantagem da coleta realizada com a rede Bongô é a quantidade de material amostrado, pois esta integra toda a coluna de água, porém, não é possível conhecer a profundidade em que os indivíduos foram capturados. Por outro lado, a rede Multinet realiza uma coleta simultânea em várias camadas da coluna de água, podendo relacioná-la com as características hidrográficas, possibilitando verificar padrões de migração ontogenética e nictemeral (YAMAMOTO et al., 2007). No presente estudo, as paralarvas foram mais frequentes nas amostras da rede Bongô (21,4%) do que na Multinet (4%), mas deve-se levar em consideração que a última não foi utilizada em todos os cruzeiros (Tabela 1), além de que ocorreram problemas operacionais com esta rede durante as coletas (Zani-Teixeira, *com. pess.*)¹ e também apresentam área da boca da rede menores e são mais lentas do que a rede Bongô.

6.2. Distribuição e abundância

Para espécies de ciclo de vida curto, como é o caso das lulas loliginídeas, a distribuição e a abundância são fortemente influenciadas pelas condições oceanográficas (BOYLE & RODHOUSE, 2005). No presente estudo, foi possível observar diferentes padrões de distribuição e abundância das principais espécies de Loliginidae. Em termos gerais, embora as paralarvas tenham ocorrido ao longo da área de estudo, as mesmas foram encontradas principalmente próximo à costa, mas concentradas em regiões distintas. Tendo em vista a variação oceanográfica provocada pela complexa e dinâmica

---

¹ Dra. Maria de Lourdes Zani-Teixeira, Laboratório de Ictioplâncton, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

hidrografia da área de estudo (BORZONE et al., 1999), é esperado que esses padrões possam estar associados a essas variações.

Os padrões de distribuição das paralarvas podem estar também relacionados à distribuição dos adultos, já que indivíduos maduros da família Loliginidae deslocam-se para áreas mais rasas para a reprodução e desova (RODRIGUES & GASALLA, 2008), tornando-se, assim, alvo da pesca (POSTUMA & GASALLA, 2010). Segundo Lipiński (1998), a distribuição e abundância de cefalópodes maduros determina a distribuição e abundância de paralarvas. No entanto, paralarvas de Loliginidae em águas costeiras são frequentemente raras, mesmo onde há incidência de agregações de reprodução e desova (HATFIELD & RODHOUSE, 1994; COLLINS et al., 2002), evidência que pode estar relacionada, em parte, ao método de coleta. Como constatado por Sauer (1995), que coletou apenas 13 paralarvas de *Loligo vulgaris reynaudii* no local de desova da espécie na costa da África do Sul, apesar de ter utilizado um método de coleta apropriado, a rede Bongô.

Com relação à distribuição horizontal, as paralarvas ocorreram ao longo da área de estudo e aproximadamente até a isóbata de 100 metros, padrão verificado para várias espécies de Loliginidae (*Doryteuthis pealei* VECCHIONE, 1981; *Lolligunculla brevis* VECCHIONE, 1991b; *Doryteuthis gahi* RODHOUSE et al., 1992; *Doryteuthis opalescens* ZEIDBERG e HAMNER, 2002; *Loligo vulgaris* GONZÁLEZ et al., 2005; *Doryteuthis plei* MARTINS & PEREZ, 2006; *Loligo vulgaris* MORENO et al., 2009; *Doryteuthis sanpaulensis* VIDAL et al., 2010). As paralarvas foram encontradas em todos os cruzeiros, com exceção do PADCT-1. Essa ausência de paralarvas pode estar relacionada com o desenho amostral desse cruzeiro, pois a menor profundidade das estações de

coleta foi de 72 metros. No presente estudo, cerca de 70% das estações positivas para paralarvas estiveram localizadas até a isóbata de 50 metros.

Quanto à distribuição vertical, as paralarvas foram coletadas até o estrato de 40 metros de profundidade, sendo que a maior abundância foi encontrada entre 20 e 40 metros. Poucos trabalhos descrevem a distribuição vertical de paralarvas de Loliginidae, podendo citar Vecchione (1981) e Zeidberg & Hamner (2002), que verificaram maiores abundâncias na superfície, para *Doryteuthis pealei*, e até os 30 metros de profundidade para *Doryteuthis opalescens*, respectivamente.

As paralarvas da espécie *Doryteuthis sanpaulensis* foram as mais abundantes na área de estudo, distribuindo-se entre Cabo Frio e a Ilha de São Sebastião. Assim como em Barón (2003b) e Vidal et al. (2010), as paralarvas foram encontradas apenas na plataforma interna, até a isóbata de 60 metros. A maior abundância ($61,3 \text{ paralarvas} \cdot 100\text{m}^{-3}$) ocorreu durante o verão ao largo de Cabo Frio. Os resultados do presente estudo coincidem com a atividade reprodutiva da espécie na região (COSTA & FERNANDES, 1993b; RODRIGUES & GASALLA, 2008). Esses autores também observaram atividade reprodutiva no inverno e no início da primavera, mas com menor intensidade, o que pode explicar a menor abundância de *D. sanpaulensis* nessas épocas do ano.

Além disso, a maior abundância de *D. sanpaulensis* pode estar fortemente relacionado com a ocorrência de ressurgência costeira nessa época do ano na região. Durante o verão e a primavera, prevalecem ventos com direção leste e nordeste, provocando afastamento das águas superficiais da Corrente do Brasil em direção ao mar aberto, através do transporte de Ekman,

permitindo o afloramento da ACAS, água fria e rica em nutrientes (MIRANDA, 1985), levando a um aumento da produtividade entre as isóbatas de 25 e 100 metros (BRANDINI, 1990). Neste caso, a região do aumento de produtividade coincide com a área de maior concentração de paralarvas.

A relação entre *D. sanpaulensis* e o fenômeno de ressurgência foi baseada na evidência do aumento da abundância de paralarvas observada na região de Cabo Frio, no cruzeiro DEPROAS-1. Rocha et al. (1999) e González et al. (2005) também observaram o aumento da abundância de *Loligo vulgaris* em períodos de ressurgência na Galícia, Espanha.

Segundo Vidal et al. (2010), o fenômeno de ressurgência pode ser um dos principais reguladores da disponibilidade de alimento para estágios iniciais de cefalópodes e de seu crescimento, sobrevivência e recrutamento. A relação entre a abundância de paralarvas e a ressurgência mostram que esse fenômeno pode oferecer condições favoráveis para a sobrevivência dos estágios iniciais das lulas (ROCHA et al., 1999; GONZALÉZ et al., 2005). Raserio (1994, 1999), na Galícia, sugere que a sobrevivência dos estágios iniciais de *Todaropsis eblanae* possa estar relacionado com o aumento da abundância de presas, resultante da elevada produtividade causada pela ressurgência. No entanto, as baixas temperaturas diminuem as taxas de crescimento, prolongando o período dos estágios iniciais, expondo-os à maiores taxas de mortalidade e consequentemente prejudicando o recrutamento (McINNES & BROENKOW, 1978). Entretanto, Barón (2003a) verificou que o desenvolvimento embrionário de *D. sanpaulensis*, no Atlântico Sul, é normal em temperaturas entre 12 e 23°C, corroborando com os

resultados do presente estudo, pois as paralarvas de *D. sanpaulensis* foram encontradas em estações onde a SST variou de 14,7 a 23,8°C.

Barón (2003b) e Vidal et al. (2010) encontraram paralarvas de *D. sanpaulensis* em situações semelhantes ao do presente estudo. Barón (2003b) encontrou as paralarvas próximo à costa, na região da Patagônia, onde a coluna de água estava homogênea com temperaturas de aproximadamente 15°C, características similares a situação de maior abundância. No entanto, Vidal et al. (2010) coletaram paralarvas em estações com acentuada queda de temperatura em relação à superfície (22–16°C) e com picnoclinas duplas, semelhante a situação anterior à ressurgência.

Doryteuthis plei foi a espécie mais frequente no presente estudo, distribuindo-se principalmente entre a Ilha de São Sebastião e Cananéia. A maior frequência de ocorrência e abundância foram encontradas em torno da Ilha de São Sebastião, durante o verão. Esses resultados corroboram com o pico da atividade reprodutiva já observada por Postuma (2010) nessa época do ano. Rodrigues & Gasalla (2008) também observaram atividade reprodutiva durante o verão na área de estudo.

Semelhante ao observado na área do presente estudo, Martins & Perez (2007) constataram atividade reprodutiva de *D. plei* em águas rasas em Santa Catarina, havendo encontrado paralarvas naquela área (MARTINS & PEREZ, 2006).

As paralarvas de *D. plei* estiveram associadas a águas mais quentes em comparação com *D. sanpaulensis*. Essa característica também observada para populações de adultos das duas espécies (JUANICÓ, 1979; COSTA & FERNANDES, 1993a), as lulas de *D. plei* preferem águas mais quentes do que

as lulas de *D. sanpaulensis*.

Durante o verão e a primavera, as paralarvas de *D. plei* foram encontradas em estações com a coluna de água estratificada, semelhante ao observado por Martins & Perez (2006) em Santa Catarina, e Gasalla et al. (2011) em São Sebastião. Nessa época do ano, as paralarvas estiveram associadas às massas de água AC, ACAS, AP e AT. No inverno, as paralarvas foram encontradas em águas homogêneas, característica da área de estudo nessa época do ano (CAMPOS, 1995), e associadas à AC, a ACAS e a AT.

Lolliguncula brevis distribuiu-se exclusivamente na baía de Santos, durante o verão e apenas foi registrada uma única ocorrência próximo à costa na região de Santos, na primavera. Coelho et al. (2010) verificou atividade reprodutiva da espécie na região costeira de Santos, no mesmo período em que as paralarvas foram coletadas. Os indivíduos pertencentes a esse gênero possuem peculiaridades em relação ao seu habitat, pois é o único gênero da família Loliginidae que tolera ambientes com água de baixa salinidade (BOYLE & RODHOUSE, 1995). Vecchione (1991b), na região costeira e estuarina da Louisiana, nos Estados Unidos, também encontrou paralarvas desta espécie associadas a águas de baixa salinidade, assim como o presente estudo, onde as paralarvas foram coletadas em águas rasas e de baixa salinidade, em associação principalmente com a AC e em estações com a coluna de água homogênea.

Tanto as paralarvas de *D. sanpaulensis* quanto de *D. plei* ocorreram em todas as épocas do ano, podendo repercutir uma estratégia para do grupo para aumentar a chance de sucesso no recrutamento, como já proposto por O'Dor (1998). Segundo Andriguetto & Haimovici (1996), essa estratégia foi observada

para *D. sanpaulensis* no sul do Brasil. Rocha et al. (2001) propõem diferentes estratégias reprodutivas para cefalópodes, que variam em relação ao número de picos de reprodução e sua sazonalidade, além de que algumas espécies possuem diversas estratégias em partes distintas de sua área de distribuição (BOYLE & RODHOUSE, 2005).

Com relação aos padrões de distribuição e abundância em relação aos processos físicos, a zona de intersecção entre massas de água, como observado claramente nos cruzeiros realizados na região de Cabo Frio, forma uma frente de gradientes que serve como área de retenção (CASTRO et al., 2006). As áreas de retenção são de extrema importância para a sobrevivência de estágios iniciais de organismos marinhos, pois promove o encontro com suas presas (BAKUN & CSIRKE, 1998).

A profundidade foi um fator fundamental para a presença de paralarvas de Loliginidae. Devido à topografia da região, é possível relacionar a profundidade com a distância da costa, já que as isóbatas dispõem-se paralelamente à linha da costa (CASTRO et al., 2006). No presente estudo, as paralarvas foram encontradas principalmente até a isóbata de 60 metros, ou seja, ocorreram na plataforma continental interna, relativamente próximo à costa.

A temperatura superficial do mar (TSM) apresentou-se também como uma importante variável explanatória para explicar a ocorrência e a abundância de paralarvas de Loliginidae, assim como para a sazonalidade. Essa relação também foi verificada por Moreno & Reis (1995), que observaram um padrão sazonal para *Loligo vulgaris* na costa norte de Portugal, onde a distribuição da

espécie se limitou a uma TSM de 13 a 20°C, assim como observado para as espécies identificadas no presente estudo.

As paralarvas de cefalópodes apresentam um período crítico em seu desenvolvimento (VECCHIONE, 1987), estando sujeitas a altas taxas de mortalidade natural (CAMARILLO-COOP et al., 2011). Durante esse estágio, os indivíduos estão sujeitos ao efeito dos sistemas de correntes, sendo a fase de primeira alimentação de extrema importância para a sobrevivência (BAKUN & CSIRKE, 1998). Bower & Sakurai (1996) observaram que as paralarvas de *Todarodes pacificus* recém eclodidas dependem apenas das reservas do saco vitelínico por até quatro dias, tendo de dois a três dias para começar a alimentar-se. Após esse período, morrem de seis a sete dias depois da eclosão por inanição. Para garantir a sobrevivência dos estágios iniciais, várias espécies de cefalópodes apresentam uma estratégia adaptativa, ou seja, as fêmeas maduras desovam próximo a frentes ou em áreas produtivas, que provavelmente favorecem as condições de alimentação e, conseqüentemente, a sobrevivência das paralarvas (BOWER et al., 1999).

Com alimento suficiente, as paralarvas entram em fase de crescimento rápido, o que faz com que esse estágio seja mais curto (CAMARILLO-COOP et al., 2011). Desse modo, locais de ressurgência, responsáveis pela proliferação de fitoplâncton e zooplâncton próximo à costa, proporcionam áreas propícias de alimentação para as paralarvas (BOWER et al., 1999).

Assim, baseado nos resultados do presente estudo, é possível inferir que a região de Cabo Frio, se apresenta como uma área importante para o recrutamento de *D. sanpaulensis*, apresentando as três principais classes de processos que se combinam para propiciar um habitat favorável para o

sucesso do recrutamento. Essas três classes compõem a “Tríade Fundamental”, teoria proposta por Bakun (1996), que são: (a) o enriquecimento - neste caso causado por ressurgências, principalmente durante o verão na região; (b) concentração - no presente estudo, possivelmente ocasionada pela formação de frentes, devido à intersecção das massas de água, e (c) retenção - tanto devido à ocorrência de reprodução no local, ou por processos físicos. Esses processos se mostraram também importantes para *D. plei* ao largo de São Sebastião, onde a estrutura oceanográfica da região apresenta condições para que ocorra um mecanismo de retenção de paralarvas e concentração de alimento (KATSURAGAWA et al., 2008) devido ao sistema de correntes com direção de sudoeste para sudeste, bem como a presença da ilha de São Sebastião (CASTRO et al., 2008). Além disso, Gasalla et al. (2011) encontraram evidências físicas de desova da região, através da coleta de ovos bentônicos. Já no caso de *L. brevis*, o estuário de Santos foi detectado como uma área favorável para o seu recrutamento, pois apresenta condições ambientais características da distribuição da espécie.

Desse modo, os resultados do presente estudo mostraram diferentes padrões de distribuição das espécies de Loliginidae com relação às características oceanográficas. A Fig. 120 apresenta uma síntese desses principais padrões encontrados para *D. plei*, *D. sanpaulensis*, e *L. brevis* na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). A salinidade e a profundidade foram as variáveis responsáveis por diferenciar a distribuição dos gêneros *Doryteuthis* e *Loliguncula*. A temperatura superficial do mar e a latitude diferenciaram as espécies do gênero *Doryteuthis*, com *D. plei* encontrada principalmente na região sul e em águas quentes, e *D.*

sanpaulensis, na região norte e em águas frias. De modo geral, os padrões observados para as paralarvas corroboram com a distribuição dos adultos na área de estudo (JUANICÓ, 1979; COSTA & FERNANDES, 1993a; RODRIGUES & GASALLA, 2008; COELHO et al., 2010; POSTUMA & GASALLA, 2010). Assim, pode-se afirmar que existe uma relação entre a distribuição dos adultos e as paralarvas.

Por último, os resultados obtidos pelo presente estudo representam uma contribuição importante para o conhecimento da Oceanografia Pesqueira das lulas loliginídeas no ecossistema marinho regional. A identificação de habitats essenciais para os estágios iniciais do ciclo de vida de espécies comercialmente importantes para a pesca, tem relevância para a avaliação e manejo dos estoques, assim como para a sua conservação.

Figura 120. Síntese dos padrões de distribuição e das condições oceanográficas associadas as paralarvas de Loliginidae, coletadas no período entre 1991 e 2005 na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP). TSM= temperatura superficial do mar; SSM= salinidade superficial do mar; AC= Água Costeira; ACAS= Água Central do Atlântico Sul; AP= Água de Plataforma; AT= Água Tropical.

7. Conclusões

- Foram identificadas paralarvas de quatro espécies de Loliginidae: *Doryteuthis sanpaulensis*, *Doryteuthis plei*, *Lolliguncula brevis* e *Pickfordiateuthis pulchella*;
- De modo geral, as paralarvas foram encontradas até a isóbata de 100 metros, mas cerca de 70% das estações de ocorrência positiva estiveram localizadas até a isóbata de 50 metros;
- *Doryteuthis sanpaulensis*, *Doryteuthis plei*, *Lolliguncula brevis* apresentaram padrões de distribuição diferentes que foram associados a distintas condições oceanográficas;
- Com relação à profundidade, *Doryteuthis sanpaulensis* e *Doryteuthis plei* foram encontradas em profundidades semelhantes, entre as isóbatas de 25 e 61 metros, já *Lolliguncula brevis* ocorreu entre as isóbatas de 7 e 25 metros;
- Durante os cruzeiros estudados, estiveram presentes as massas de água: Água Costeira (AC), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água de Plataforma (AP) e Água Tropical (AT). Em termos gerais, a principal diferença oceanográfica verificada entre as estações do ano foi a estrutura da coluna de água e a temperatura: a ACAS esteve presente próxima à costa, na superfície, e em grande parte da plataforma continental na região norte da área de estudo, principalmente nos cruzeiros de verão e primavera. O fenômeno de ressurgência foi observado na região norte, entre Cabo Frio e o Rio de Janeiro, nos cruzeiros SARDINHA-1, DEPROAS-1, DEPROAS-3 e DEPROAS-4;
- *D. plei* ocorreu entre Cabo Frio (23°S) e Cananéia (25°S), sendo que no verão foi encontrada somente na região ao sul de São Sebastião (24°S). A espécie esteve relacionada a águas superficiais quentes, em associação com todas as massas de águas identificadas na área, e

sempre em águas estratificadas, no verão, e apenas em águas verticalmente homogêneas, no inverno;

- *D. sanpaulensis* ocorreu somente na região norte, entre o Cabo Frio (23°S) e São Sebastião (24°S), mas, no verão, foi encontrada apenas na região de Cabo Frio, em relação com águas superficiais frias e eventos de ressurgência. A espécie ocorreu em associação com todas as massas de águas presentes na área de estudo, tanto em águas estratificadas como homogêneas, no verão, e apenas em águas verticalmente homogêneas, no inverno.
- A relação entre *D. sanpaulensis* e a ressurgência foi fortemente evidenciada pelo aumento de 56% da abundância com o afloramento e domínio da ACAS na coluna de água, no cruzeiro DEPROAS-1;
- *L. brevis* ocorreu apenas na região estuarina de Santos (24°5'S), associada a águas superficiais de baixa salinidade, somente em regiões onde a AC esteve presente, e em águas homogêneas;
- Não foi verificado um padrão de distribuição das paralarvas em função das classes de comprimento dorsal do manto;
- Os Modelos Lineares Generalizados (GLMs) indicaram que a ocorrência de paralarvas de Loliginidae esteve associada principalmente à temperatura superficial do mar, profundidade, e sazonalidade. Já a sua abundância esteve associada, principalmente, à temperatura superficial do mar.
- A Análise de Redundância (RDA) evidenciou os padrões observados quanto à distribuição de *D. sanpaulensis*, *D. plei* e *L. brevis*, em relação às variáveis oceanográficas, sendo a profundidade, salinidade, temperatura superficial, e a latitude, as variáveis explanatórias mais importantes.

8. Referências Bibliográficas

ANDRIGUETTO, J. M.; HAIMOVICI, M. Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazil. **Sci. Mar.**, v. 55, n. 4, p. 611–618, 1991.

ANDRIGUETTO, J. M.; HAIMOVICI, M. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984 (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazil. **Sci. Mar.**, v. 60, n. 4, p. 443–450, 1996.

BAKUN, A. **Patterns in the ocean**: ocean process and marine population dynamics. La Jolla: Sea Grant College System, National Oceanic and Atmospheric Administration; La Paz, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 1996. 323 p.

BAKUN, A.; CSIRKE, J. Environmental processes and recruitment variability. **FAO Fish Tech Pap.**, v. 376. 1998, p. 105–124.

BARÓN, P. J. Embryonic development of the South American long-fin squid *Loligo sanpaulensis* Brakoniecki, 1984. **J. Moll. Stud.**, v. 69, p. 221–227, 2003a.

BARÓN, P. J. The paralarvae of two South American sympatric squid: *Loligo gahi* and *Loligo sanpaulensis*. **J. Plankton Res.**, v. 25, n. 11, p. 1347–1358, 2003b.

BORCARD, D.; GILLET, F; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer, 2011. 302 p.

BARTOL, I. K.; MANN, R.; VECCHIONE, M. Distribution of the euryhaline squid *Lolliguncula brevis* in Chesapeake Bay: effects of selected abiotic factors. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 226, p. 235–247, 2002.

BORZONE, C. A.; PEZZUTO, P. R.; MARONE, E. Oceanographic characteristics of a multi-specific fishing ground of the Central South Brazil Bight. **Mar. Ecol.**, n. 20, v. 2, p. 131–146, 1999.

BOWER, J. R.; SAKURAI, Y. Laboratory observations on *Todarodes pacificus* (Cephalopoda, Ommastrephidae). **Am. Malacol. Bull.**, v. 13, p. 65–71, 1996.

BOWER, J. R.; NAKAMURA, Y.; MORI, K.; YAMAMOTO, J.; ISODA, Y.; SAKURAI, Y. Distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) paralarvae near the Kuroshio off southern Kyushu, Japan. **Mar. Biol.**, v. 135, n. 1, p. 99–106, 1999.

BOYLE, P. R.; BOLETZKY, S. V. Cephalopod populations: definition and dynamics. **Phil. Trans. R. Soc. London B**, v. 351, p. 985–1002, 1996.

BOYLE, P. R.; RODHOUSE, P. G. **Cephalopods: ecology and fisheries**. Oxford: Blackwell Science. 2005. 452 p.

BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **Canoco Reference Manual and Canodraw for Windows User's Guide**: Software for canonical community ordination. Version 4.5. Ithaca: Microcomputer Power, 2002. 500 p.

BRANDINI, F. P. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). **Hydrobiologia**, v. 196, p. 111–148, 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa REVIZEE. **Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva do Brasil**: relatório executivo. Brasília: MMA, 2006, 280 p.

CADDY, J. F.; RODHOUSE, P. G. Do recent trends in cephalopod and groundfish landings indicate widespread ecological change in global fisheries. **Rev. Fish Biol. Fish.**, v. 8, p. 431–444, 1998.

CAMARILLO-COOP, S.; SALINAS-ZAVALA, C. A.; MANZANO-SARABIA, M.; ARAGÓN-NORIEGA, E. A. Presence of *Dosidicus gigas* paralarvae (Cephalopoda: Ommastrephidea) in the central Gulf of California, Mexico related to oceanographic conditions. **J. Mar. Biol. Assoc. UK**, v. 91, n. 4, p. 807–814, 2011.

CAMPOS, E. J. D. **Estudos da circulação oceânica no Atlântico Tropical e região oeste do Atlântico Subtropical Sul**. 1995. 144 f. Tese (Livro Docência) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAMPOS, E. J. D.; GONÇALVES, J. E.; IKEDA, Y. Water mass structure and geostrophic circulation in the South Brazil Bight: Summer of 1991. **J. Geophys. Res.**, v. 100, n. C9, p. 18537–18550, 1995.

CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. Estrutura termohalina e circulação na região entre o cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MADUREIRA, L. S. P. (Org.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 11-120.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4° N and 34° S. In: ROBINSON, R.; BRINK, K. H. (Ed.). **The sea**. New York: John Wiley & Sons, 1998. v. 11, p. 209–251.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B.; SILVA, L. S.; FONTES, R. F. C.; PEREIRA, A. F.; COELHO, A. L. Processos físicos: Hidrografia, Circulação e Transporte. In: PIRES-VANIN, A. M. S. (Org.). **Oceanografia de um ecossistema subtropical: Plataforma de São Sebastião, SP**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 464p.

COELHO, L. I.; MUTO, E. Y.; MARIAN, J. E. A. R.; SOARES, L. S. H. Contribuição ao conhecimento da dieta, atividade alimentar e reprodução de *Lollinguncula brevis* (Blainville, 1823) na região costeira de Santos (Estado de São Paulo). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 225–236, 2010.

COLLINS, M. A.; YAU, C.; BOYLE, P. R.; FRIESE, D.; PIATKOWSKI, U. Distribution of cephalopods from plankton surveys around the British Isles. **Bull. Mar. Sci.**, v. 71, n. 1, p. 239–254, 2002.

COSTA, P. A. S.; HAIMOVICI, M. A pesca de polvos e lulas no litoral do Rio de Janeiro. **Ciê. Cult.**, v. 42, n. 12, p. 1124–1130, 1990.

COSTA, P. A. S.; FERNANDES, F. C. Seasonal and spatial changes of cephalopods caught in the Cabo Frio (Brazil) upwelling system. **Bull. Mar. Sci.**, v. 52, n. 2, p. 751–759, 1993a.

COSTA, P. A. S.; FERNANDES, F. C. Reproductive cycle of *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda: Loliginidae) in the Cabo Frio region, Brazil. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, v. 101, p. 91–97, 1993b.

CRAWLEY, M. J. **Statistics**: an introduction using R. John Wiley & Sons, 2005. 327 p.

DAW, T.; ADGER, W. N.; BROWN, K.; BADJECK, M-C. Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. **FAO Fish. Tech. Pap.**, n. 530, p.107–150, 2009.

DIEKMANN, R.; PIATKOWSKI, U. Early life stages of cephalopods in the Sargasso Sea. Distribution and diversity relative to hydrographic conditions. **Mar. Biol.**, v. 141, p. 123–130, 2002.

GASALLA, M. A.; PEREZ, J. A. A.; MARQUES, C. A.; TOMÁS, A. R. G.; AGUIAR, D. C.; OLIVEIRA, U. C. *Loligo sanpaulensis* (Brakoniecki, 1984). In: CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. (Ed.). **Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil**: dinâmica populacional das espécies em exploração. São Paulo: Instituto Oceanográfico-USP (Série documentos REVIZEE: Score Sul). 2005, p. 69–80.

GASALLA, M. A.; POSTUMA, F. A.; TOMÁS, A. R. G. Captura de lulas (Mollusca: Cephalopoda) pela pesca industrial desembarcada em Santos: comparação após 4 décadas. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 9, n. 2, p. 5–8, 2005b.

GASALLA, M. A.; RODRIGUES, A. R.; POSTUMA, F. A. The trophic role of the squid *Loligo plei* as a keystone species in the South Brazil Bight ecosystem. **ICES J. Mar. Sci.**, v. 67, p. 1413–1424, 2010.

GASALLA, M. A.; MIGOTTO, A.; MARTINS, R. S. First occurrence of *Doryteuthis plei* (Blainville, 1823) egg capsules off São Sebastião, Southeastern Brazil, and characteristics of embryos and newly-hatched paralarvae. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM COLEOID CEPHALOPODS THROUGH TIME, 4., 2011. Stuttgart, Alemanha. **Abstract...** Stuttgart: Staatliches Museum fuer Naturkunde Stuttgart, 2011. p. 29–31.

GOÇALO, C. G. **Distribuição e abundância de larvas de Phosichthyidae e condições oceanográficas na região entre o cabo de São Tomé (RJ) e a ilha de São Sebastião (SP)**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

GONZÁLEZ, F.; OTERO, J.; GUERRA, A.; PREGO, R.; ROCHA, F.; DALE, A. W. Distribution of common octopus and common squid paralarvae in a wind-driven upwelling area (Ria of Vigo, northwestern Spain). **J. Plankton Res.**, v. 27, n. 3, p. 271–277, 2005.

HAIMOCIVI, M.; ANDRIGUETO-FILHO, J. M. Cefalópodes costeiros capturados na pesca de arrasto do litoral sul do Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 29, n. 3, p. 473–495, 1986.

HAIMOVICI, M.; PEREZ, J. A. A.; COSTA, P. A. S. A review of cephalopods occurring in the waters of Rio de Janeiro state, Brazil with first record of four species. **Rev. Bras. Biol.**, v. 49, n. 2, p. 503–510, 1989.

HAIMOVICI, M. E.; PEREZ, J. A. A. Coastal cephalopod fauna of southern Brazil. **Bull. Mar. Sci.**, v. 49, n. 1–2, p. 221–230, 1991.

HANLON, R. T. **Aspects of the biology of the squid *Loligo (Doryteuthis) plei* in captivity**. 1978. 121 f. Thesis (Ph. D) - University of Miami.

HANLON, R. T.; HIXON, R. F.; TURK, P. E.; LEE, P. G.; YANG, W. T. Behaviour, feeding and growth of young *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Myopsida) reared in the laboratory. **Vie Milieu**, v. 35, n. 3/4, p. 1–247, 1985.

HANLON, R. T.; BOLETZKY, S. V.; OKUTANI, T.; PEREZ-GANDARAS, G.; SANCHEZ, P.; SOUSA-REIS, C.; VECCHIONE, M. Myopsida. **Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 513, 1992, p. 37

HATFIELD, E. M. C.; RODHOUSE, P. G. Distribution and abundance of juvenile *Loligo gahi* in Falkland Island waters. **Mar. Biol.**, v. 121, p. 267–272, 1994.

JACKSON, G. D.; MEEKAN, M. G.; WOTHERSPOON, S.; JACKSON, C. H. Distributions of young cephalopods in the tropical waters of western Australia over two consecutive summers. **ICES J. Mar. Sci.**, v. 65, n. 2, p. 140–147, 2008.

JEREB, P.; VECCHIONE, M.; ROPER, C.F.E. **Family Loliginidae**. In: JEREB, P.; ROPER, C.F.E (Ed.). *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Myopsid and Oegopsid Squids*. (FAO Species Catalogue for Fishery Purposes). FAO: Rome. 2010. v. 2, n. 4, p. 38–117.

JUANICÓ, M. **Contribuição ao estudo da biologia dos cefalópodes Loliginidade do Atlântico Sul Ocidental entre o Rio de Janeiro e Mar del Plata**. 1979. 102 f. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

KATSURAGAWA, M.; DIAS, J. F.; LOPES, C. L. Ictioplâncton. In: PIRES-VANIN, A. M. S. (Org.). **Oceanografia de um ecossistema subtropical: Plataforma de São Sebastião, SP**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 464p.

KRAMMER, D.; KALIN, K. J.; STEVENS, E. G.; THRAILKILL, J. R.; ZWEIFEL, J. R. Collection and processing data on fish eggs and larvae in the California Current region. **NOAA Tech. Rep. NMFS**, v. 370, p. 1–38, 1972.

LEGENDRE, P; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 1998. 870 p.

LIPÍŃSKI, M. R. Cephalopod life cycles: patterns and exceptions. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 20, p. 439–447, 1998.

MANGUM, C. P. Salt sensitivity of the hemocyanin of eury-and stenohaline squids. **Comp. Biochem. Physiol. A.**, v. 99, p. 159–161, 1991.

MARTINS, R. S. **Loliginídeos na Ilha de Santa Catarina: características e relações ecológicas, com ênfase em *Loligo plei* (Cephalopoda: Teuthida: Myopsina)**. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.

MARTINS, R. S.; PEREZ, J. A. A.; SCHETTINI, C. A. F. The squid around Santa Catarina Island, Southern Brazil: ecology and Interactions with the coastal oceanographic environment. **J. Coastal Res.**, v. 39, p. 1285–1290, 2006. Special issue.

MARTINS, R. S.; PEREZ, J. A. A. Occurrence of loliginid paralarvae around Santa Catarina Island, Southern Brazil. **PanamJAS**, v. 1, n. 1, p. 24–27, 2006.

MARTINS, R. S.; PEREZ, J. A. A. The ecology of loliginid squid in shallow-waters around Santa Catarina Island, southern Brazil. **Bull. Mar. Sci.**, v. 80, n. 1, p. 125–145, 2007.

MIRANDA, L. B. Forma de correlação T-S de massas de água das regiões costeiras e oceânicas entre cabo de São Tomé (RJ) e Ilha de São Sebastião (SP). **Bolm. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 105–119, 1985.

MCINNES, R. R.; BROENKOW, W. W. Correlation between squid catches and oceanographic conditions in Monterey Bay, California. **Fish Bull.**, v. 169, p. 161–170, 1978.

MCCONATHY, D. A.; HANLON, R.; HIXON, R. F. Chromatophore arrangements of hatchling squids (Cephalopoda, Myopsida). **Malacologia**, v. 19, n. 2, p. 279–288, 1980.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. **Generalized Linear Models**. 2nd ed. London: Chapman and Hall, 1989. 511 p.

MORENO, A.; REIS, C. S. **Seasonal distribution of loliginid early young stages in the Portuguese continental shelf**. Copenhagen: The Committee, 1995. 11 p. (ICES CM - International Council for the Exploration of the Sea. Shellfish Committee, 1995/K:32).

MORENO, A.; SANTOS, A.; PIATKOWSKI, U.; SANTOS, A. M. P.; CABRAL, H. Distribution of cephalopod paralarvae in relation to the regional oceanography of the western Iberia. **J. Plankton Res.**, v. 31, n. 1, p. 73–91, 2009.

NESIS, K. N. Cephalopods. In: BOLTOVSKOY, E. (Ed.). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden:Backhuys, 1999. v. 1, p. 707–795.

O'DOR, R. K. Can understanding squid life-history strategies and recruitment improve management? **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 20, n. 1, p. 193–206, 1998.

PALACIO, F. J. **A study of coastal cephalopods from Brazil with reference to Brazilian zoogeography**. 1977. 311 f. Thesis (Ph. D) - University of Miami, Miami. 1977.

PECL, G. T.; MOLTSCHANIWSKYJ, N. A.; TRACEY, S. R.; JORDA, A. R. Inter-annual plasticity of squid life history and population structure: ecological and management implications. **Oecologia**, v. 139, n. 4, p. 515–524, 2004.

PECL, G.; JACKSON, F. The potential impacts of climate change on inshore squid: biology, ecology and fisheries. **Rev. Fish. Biol. Fish.**, v. 18, n. 4, p. 373–385, 2008.

PEREZ, J. A. A. Padronização do esforço de pesca de arrasto em Santa Catarina: o caso da pesca da lula, *Loligo plei*. **Notas Téc. FACIMAR**, v. 3, n. 1, p. 47–56, 1999.

PEREZ, J. A. A. Biomass dynamics of the squid *Loligo plei* and the development of a small-scale seasonal fishery off southern Brazil. **Bull. Mar. Sci.**, v. 71, n. 2, p. 633–651, 2002.

PEREZ, J. A. A.; AGUIAR, D. C.; OLIVEIRA U. C. Biology and population dynamics of the long-finned squid *Loligo plei* (Cephalopoda: Loliginidae) in southern Brazilian waters. **Fish. Res.**, v. 58, n. 267–279, 2002.

PEREZ, J. A. A.; GASALLA, M. A.; AGUIAR, D. C.; OLOVEIRA, U. C.; MARQUES, C. A.; TOMÁS, R. G. *Loligo plei* (Blainville, 1823). In: CERGOL, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. (Ed.). **Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil**: dinâmica populacional das espécies em exploração. São Paulo: Instituto Oceanográfico-USP. (Série documentos REVIZEE: Score Sul). 2005, p. 62–68.

PEREZ, J. A. A.; AGUIAR, D. C.; SANTOS, J. A. T. Glaudius and statolith as tools age and growth studies of the squid *Loligo plei* (Teuthida: Loliginidae) off Southern Brazil. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 49, p. 747–755, 2006.

PIATKOWSKI, U. Modern target sampling techniques provide new insights into the biology of early life stages of pelagic cephalopods. **Biol. Mar. Mediterr.**, v. 5, p. 260–272, 1998.

PIERCE, G. J.; GUERRA, A. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. **Fish. Res.**, v. 21, p. 255–285, 1994.

PIERCE, G.J.; VALAVANIS, V. D.; GUERRA, A.; JEREB, P.; ORSI-RELINI, L.; BELLIDO, J. M.; KATARA, I.; PIATKOWSKI, U.; PEREIRA, J.; BALGUERIAS, E.; SOBRINO, IGNACIO; LEFKADITOU, E.; WANG, J.; SANTURTUN, M.; BOYLE, P. R.; HASTIE, L. C.; MACLEOD, C. D.; SMITH, J. M.; VIANA, M.; GONZÁLEZ, A. F.; ZUUR, A. F. A review of cephalopod-environment interactions in European Seas. **Hydrobiologia**, v. 612, p. 49–70, 2008.

POSTUMA, F. A.; GASALLA, M. A. On the relationship between squid and the environment: artisanal jigging for *Loligo plei* at São Sebastião Island (24°S), southeastern Brazil. **ICES J. Mar. Sci.**, v. 67, p. 1353–1362, 2010.

POSTUMA, F. A. Biologia pesqueira da lula *Loligo plei* capturada na Ilha de São Sebastião (SP) e dinâmica da atividade pesqueira associada. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo.

RAO, C. R. The use and interpretation of principal component analysis in applied research. **Sankhyā-Ser. A**, v. 26, p. 329–358, 1964.

RASERO, M. **Relationship between cephalopod abundance and upwelling: the case of *Todaropsis eblanae* (Cephalopods : Ommastrephidae) in Galician waters (NW Spain)**. Copenhagen : The Committee, 1994. 3 p. (ICES CM - International Council for the Exploration of the Sea).

RASERO, M. **La pota *Todaropsis eblanae* (Ball,1841) (Cephalopoda, Ommastrephidae)**: ciclo de vital y aspectos ecológicos en las costas de Galicia. 1996. 253f. Tese (Doutorado) - Universidade de Santiago de Compostela.

ROCHA, F.; GUERRA, A.; PREGO, R.; PIATKOWSKI, U. Cephalopod paralarvae and upwelling conditions off Galician waters (NW Spain). **J. Plankton. Res.**, v. 21, n. 1, p. 21–33, 1999.

- ROCHA, F.; GUERRA, A.; GONZÁLEZ, A. F. A review of reproductive cephalopod strategies in cephalopods. **Biol. Rev.**, v. 76, p. 291–304, 2001.
- RODHOUSE, P. G.; SYMON, C.; HATFIELD, E. M. C. Early life cycle of cephalopods in relation to the major oceanographic features of the southwest Atlantic Ocean. **Mar. Ecol. Progr. Ser.**, v. 89, p. 183–195, 1992.
- RODHOUSE, P. G.; NIGMATULLIN, C. M. Role as consumers. **Phil. Trans. R. Soc. London B**, v. 351, n.1343, p. 1003–1022, 1996.
- RODHOUSE, P. G. World Squid Resources. **FAO Fish. Tech. Pap.**, v. 457, p. 175–187, 2005.
- RODRIGUES, A. R.; GASALLA, M. A. Spatial and temporal patterns in size and maturation of *Loligo plei* and *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda: Loliginidae) in southeastern Brazilian waters, between 23°S and 27°S. **Sci. Mar.**, v. 72, n. 4, p. 631–643, 2008.
- ROPER, C. F. E.; VOSS, G. L. Guidelines for taxonomic descriptions of cephalopod species. **Memoirs of the National Museum of Victoria**, n. 44, p. 49–63, 1983.
- RÖPKE, A.; NELLEN, W.; PIATKOWSKI, U. A comparative study on the influence of pycnocline on the vertical distribution of fish larvae and cephalopod paralarvae in three ecologically different areas of the Arabian Sea. **Deep-sea res., Part 2, Top. stud. oceanogr.**, v. 40, p. 801–819, 1993.
- SANTOS, R. A.; HAIMOVICI, M. Trophic relationships of the long-finned squid *Loligo sanpaulensis* on the Southern Brazilian Shelf. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 20, p. 81–91, 1998.
- SANTOS, R. A.; HAIMOVICI, M. Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and southern Brazil (21–34°S). **Fish. Res.**, v. 52, p. 99–112, 2001.
- SANTOS, R. A.; HAIMOVICI, M. Cephalopods in the trophic relations off southern Brazil. **Bull. Mar. Sci.**, v. 71, n. 2, p. 753–770, 2002.
- SAUER, W. H. H. South Africa's Tsitsikamma National Park as a protected breeding area for the commercially exploited chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii*. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 16, p. 365–371, 1995.
- SMITH, P. E.; RICHARDSON, S. L. Standard techniques for pelagic fish egg and larvae surveys. **FAO Fish. Tech. Pap.**, v. 175, p.1–100, 1977.
- VECCHIONE, M., Morphology and development of planktonic *Lolliguncula brevis* (Cephalopoda: Myopsida). **Proc. Biol. Soc. Wash.**, v. 95, n. 3, p. 602–609, 1982.

VECCHIONE, M. Juvenile ecology. In: BOYLE, P. R. (Ed.). **Cephalopod life cycle: comparative reviews**. London: Academic Press. 1987. v. 2, p. 61–84.

VECCHIONE, M. Dissolved oxygen and the distribution of the euryhaline squid *Lolliguncula brevis*. **Bull. Mar. Sci.**, v. 49, p. 668–669. 1991a.

VECCHIONE, M. Observations on the paralarval ecology of a euryhaline squid *Lolliguncula brevis* (Cephalopoda: Loliginidae). **Fish. Bull.**, v. 83, n. 3, p. 515–521, 1991b.

VECCHIONE, M. Aspects of the early life history of *Loligo pealei* (Cephalopoda: Myopsida). **J. Shellfish Res.**, v. 1, p. 171–180, 1981.

VECCHIONE, M.; LIPÍŃSKI, M. R. Descriptions of the paralarvae of two loliginid squids in Southern African waters. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 15, p. 1–7. 1995.

VIDAL, E. A. G.; HAIMOVICI, M.; HACKBART, C. S. Distribution of paralarvae and small juvenile cephalopods in relation to primary production in an upwelling area off Southern Brazil. **ICES J. Mar. Sci.**, v. 67, p. 1346–1352, 2010.

WOLLENBERG, A. L. van den. Redundancy analysis. An alternative for canonical correlation analysis. **Psychometrika**, v. 42, p. 207–219, 1977.

YAMAMOTO, J.; SHIMURA, T.; UJI, R.; MASUDA, S.; WATANABE, S.; SAKURAI, Y. Vertical distribution of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) paralarvae near the Oki Islands, southwestern Sea of Japan. **Mar. Biol.**, v. 153, n. 1, p. 7–13, 2007.

YOUNG, R. E.; HARMAN, R. F. Larva, paralarva and subadult in cephalopod terminology. **Malacologia**, v. 29, p. 201–207, 1988.

ZALESKI, T. **Posição sistemática e dinâmica populacional da lula *Lolliguncula brevis* (MOLLUSCA: CEPHALOPODA)**. 2005. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.

ZALESKI, T. **Ciclo de vida e ecologia da lula *Lolliguncula brevis* na Armação de Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil**. 2010. 187 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

ZEIDBERG L. D.; HAMNER W. M. Distribution of squid paralarvae, *Loligo opalescens* (Cephalopoda: Myopsida), in the Southern California Bight in the three years following the 1997–1998 El Niño. **Mar. Biol.**, v. 141, p. 111–122, 2002.

9. Anexos

Anexo 1. Mapas de localização das estações de coleta dos cruzeiros oceanográficos realizados entre 1991 e 2005 na região entre Cabo São Tomé (RJ) e Cananéia (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro SARDINHA-1 realizado em dezembro de 1991 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro SARDINHA-2 realizado em janeiro de 1993 na região entre Cabo Frio (RJ) e Cananéia (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro OPISS-1 realizado em fevereiro de 1994 na região de São Sebastião (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro OPISS-2 realizado em outubro de 1997 na região de São Sebastião (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro PADCT-1 realizado em novembro de 1997 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro DEPROAS-1 realizado em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Localização das estações de coleta do cruzeiro DEPROAS-2 realizado em julho de 2001 na região de Cabo Frio (RJ).

Localização das estações de coleta do cruzeiro DEPROAS-3 realizado em janeiro de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro DEPROAS-4 realizado em agosto de 2002 na região entre Cabo Frio (RJ) e São Sebastião (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro ECOSAN-3 realizado em janeiro de 2005 na região de Santos (SP).

Localização das estações de coleta do cruzeiro ECOSAN HIDRODINÂMICA-1 realizado em setembro de 2005 na região entre São Sebastião e Peruíbe (SP).