INDICE

Indice i
Índice de Figuras vii
Indice de Tabelas xix
Agradecimentos xxi
Resumo xxiii
Abstract xiv
1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVOS 7
3. ASPECTOS ECOLÓGICOS DOS COSTÕES ROCHOSOS 9
4. VAZAMENTOS DE ÓLEO NA ZONA COSTEIRA – ASPECTOS GERAIS 20
Comportamento do óleo no mar 24
Efeitos do óleo nos organismos marinhos 29
Fatores relacionados aos impactos causados pelo óleo nos costões rochosos 38
Vulnerabilidade dos costões rochosos a derrames de óleo 43
Vulnerabilidade dos costões rochosos do Canal de São Sebastião 44
5. ÁREA DE ESTUDO E PONTOS DE AMOSTRAGEM 46
6. METODOLOGIA 53
6.1. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS 53
6.1.1. Variáveis abióticas 54
6.1.1.1. Declive 54
6.1.1.2. Hidrodinamismo 54
6.1.1.3. Oxigênio dissolvido, temperatura e salinidade 55
6.1.1.4. Refúgios 56
6.1.1.5. Tipo de rocha 56
6.1.1.6. Orientação e posicionamento geográfico 57
6.1.1.7. Altura da zona entre-marés 57
6.1.2. Variáveis biológicas 57
6.1.2.1. Análise quantitativa das espécies dominantes 58
6.1.2.2. Composição de espécies e riqueza da comunidade 63
6.1.2.3. Estrutura zonal da comunidade 64
6.2. METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS 65
6.2.1. Apresentação e estratégia de análise 65
6.2.2. Características abióticas 66

6.2.3. Abundância dos táxons dominantes 67
6.2.4. Riqueza e composição da comunidade 67
6.2.5. Estrutura zonal da comunidade 68
6.2.6. Espectros temporais dos táxons dominantes 69
6.2.7. Padrões e gradientes ambientais 70
6.2.7.1. Caracterização ambiental 70
6.2.7.2. Caracterização biológica 71
6.2.7.3. Caracterização integrada ambiente/comunidade 72
7. CARACTERIZAÇÃO DOS COSTÕES ROCHOSOS DO CANAL DE SÃO SEBASTIÃO - RESULTADOS DESCRITIVOS 75
7.1. COSTÃO DE CARAGUATATUBA 76
7.1.1. Caracterização abiótica 77
7.1.2. Composição da comunidade 78
7.1.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 81
7.1.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 82
7.1.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 83
7.1.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 84
7.2. COSTÃO DAS CIGARRAS 85
7.2.1. Caracterização abiótica 86
7.2.2. Composição da comunidade 87
7.2.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 92
7.2.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 93
7.2.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 94
7.2.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 95
7.3. COSTÃO DO ARAÇÁ 96
7.3.1. Caracterização abiótica 97
7.3.2. Composição da comunidade 98
7.3.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 102
7.3.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 103
7.3.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 104
7.3.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 104
7.4. COSTÃO DA PRAIA PRETA 105
7.4.1. Caracterização abiótica 106
7.4.2. Composição da comunidade 107

7.4.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 112
7.4.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 113
7.4.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 114
7.4.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 115
7.5. COSTÃO DO BALNEÁRIO 116
7.5.1. Caracterização abiótica 117
7.5.2. Composição da comunidade 118
7.5.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 123
7.5.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 124
7.5.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 125
7.5.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 126
7.6. COSTÃO DO BALEEIRO 127
7.6.1 Caracterização abiótica 128
7.6.2. Composição da comunidade 129
7.6.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 133
7.6.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 134
7.6.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 135
7.6.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 136
7.7. COSTÃO DE BAREQUEÇABA 137
7.7.1. Caracterização abiótica 138
7.7.2. Composição da comunidade 139
7.7.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 143
7.7.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 144
7.7.5. Caracterização sazonal *dos* táxons dominantes 145
7.7.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 146
7.8. PONTA DAS CANAS 147
7.8.1. Caracterização abiótica 148
7.8.2. Composição da comunidade 149
7.8.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 154
7.8.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 155
7.8.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 156
7.8.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 156
7.9. COSTÃO DA ARMAÇÃO 157
7.9.1. Caracterização abiótica 158

7.9.2. Composição da comunidade 159
7.9.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 162
7.9.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 163
7.9.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 164
7.9.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 165
7.10 COSTÃO DE GUARAPOCAIA 166
7.10.1. Caracterização abiótica 167
7.10.2. Composição da comunidade 168
7.10.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 172
7.10.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 173
7.10.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 174
7.10.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 175
7.11. COSTÃO DO VIANA 176
7.11.1. Caracterização abiótica 177
7.11.2. Composição da comunidade 178
7.11.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 182
7.11.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 183
7.11.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 184
7.11.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 184
7.12 COSTÃO DO INDAIÁ 185
7.12.1. caracterização abiótica 186
7.12.2. composição da comunidade 187
7.12.3. organização taxonômica e trófica da comunidade 191
7.12.4. distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 192
7.12.5. caracterização sazonal dos táxons dominantes 193
7.12.6. espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 194
7.13. COSTÃO DO ESTALEIRO 195
7.13.1. Caracterização abiótica 196
7.13.2. Composição da comunidade 197
7.13.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 200
7.13.4. Distribuição espaco-temporal dos táxons dominantes 201
7.13.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 202
7.13.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 203
7.14. COSTÃO DA PRAIA BRAVA 204

7.14.1. Caracterização abiótica 205
7.14.2. Composição da comunidade 206
7.14.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 209
7.14.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 210
7.14.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 211
7.14.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 212
7.15. COSTÃO DO PORTINHO 213
7.15.1. Caracterização abiótica 214
7.15.2. Composição da comunidade 215
7.15.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 218
7.15.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 219
7.15.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 220
7.15.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 221
7.16. COSTÃO DA FEITICEIRA 222
7.16.1. Caracterização abiótica 223
7.16.2. Composição da comunidade 224
7.16.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 228
7.16.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 229
7.16.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 230
7.16.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 231
7.17. COSTÃO DO CURRAL 232
7.17.1. Caracterização abiótica 233
7.17.2. Composição da comunidade 234
7.17.3. Organização taxonômica e trófica da comunidade 237
7.17.4. Distribuição espaço-temporal dos táxons dominantes 238
7.17.5. Caracterização sazonal dos táxons dominantes 239
7.17.6. Espectros quantitativos temporais dos táxons dominantes 240
8. CARACTERIZAÇÃO INTEGRADA - PADRÕES E GRADIENTES ECOLÓGICOS - RESULTADOS E DISCUSSÃO 241
8.1. AMBIENTE FÍSICO 241
8.2. TÁXONS DOMINANTES 244
8.3. COMUNIDADE BIOLÓGICA – ANÁLISE QUALITATIVA 249
8.4. PADRÕES DE ZONAÇÃO - ANÁLISE DESCRITIVA DOS ESTRATOS RESULTADOS E DISCUSSÃO 257

9. MONITORAMENTO BIOLÓGICO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - ASPECTOS RELEVANTES 263
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS 267
11. CONCLUSÕES 274
12. BIBLIOGRAFIA 277

ANEXOS

ANEXO 1 – Número de espécies animais e vegetais nos costões rochosos do Canal de São Sebastião

ANEXO 2 – Lista dos táxons encontrados na região do Canal de São Sebastião, entre novembro de 1992 e maio de 1996, em ordem alfabética.

ANEXO 3 - Lista dos táxons presentes na região do Canal de São Sebastião, entre novembro de 1992 e maio de 1996, por grupo taxonômico (classificação trófica)

ANEXO 4 – Distribuição geral dos táxons encontrados por ponto.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Costão de Castelhanos – Ilhabela.....9
Figura 2 - Biota de costão – Caraguatatuba.....10
Figura 3 - Zonação em Caraguatatuba.....11
Figura 4 - Praia Brava – São Sebastião - declive elevado.....13
Figura 5 – Costão de Guaecá – São Sebastião - declive suave.....13
Figura 6 - Costão batido.....14
Figura 7 - Costão de Barequeçaba – muitos refúgios.....15
Figura 8 – Principais rotas de transporte de petróleo nos oceanos.....20
Figura 9 – Número de vazamentos por ano e médias por década, entre 1970 e 2000.....21
Figura 10 – Vazamento do navio Prestige Espanha, 2002.....22
Figura 11 - Número de vazamentos no litoral norte paulista, entre 1978 e 2002.....23
Figura 12 – Vazamento de óleo no navio Prestige – Espanha, 11 / 2002.....25
Figura 13 – Mancha de óleo em processo de espalhamento e dispersão.....26
Figura 14 - Óleo emulsificado em praia.....27
Figura 15 – Processos de intemperismo do óleo no mar.....28
Figura 16 - Diferentes processos de intemperismo após um vazamento de óleo.....29
Figura 17 - Recobrimento físico em matacões- ilhabela.....30
Figura 18 – Recobrimento físico em costão. Vazamento na Baía de Guanabara 2000... .31
Figura 19 - Efeito químico – mortalidade de cracas - Baía de Guanabara – 2000..... ..32
Figura 20 – Derrame Katina - São Sebastião - Impacto físico em ouriço..... ...33
Figura 21 – Jateamento de costões com água a alta pressão..... ...42
Figura 22 - Índice de Vulnerabilidade a derrames de óleo (Gundlach *et al.*, 1978).. 44
Figura 23 – Imagem aérea do Canal de S. Sebastião..... 47
Figura 24 – Local de estudo e pontos de amostragem..... 50
Figura 25 – Imagem aérea - face sul do Canal – continente..... 51
Figura 26 – Imagem aérea - face norte do canal - Ilhabela..... 51
Figura 27 - Face central do canal – Ilhabela - Ilha das Cabras..... 52
Figura 28 - Face central do canal – continente- Terminal Almirante Barroso – DTCS.... ..52
Figura 29 – Medição de perfil da rocha..... 54
Figura 30 – Batiscafo para coleta de água..... 55
Figura 31 – Amostrador utilizado nas contagens..... 60
Figura 32 - Amostragem quantitativa das espécies dominantes..... 61

Figura 33 – Contagem com quadrados aleatórios dos táxons dominantes..... 62
Figura 34 - Corda graduada para amostragem quantitativa..... 63
Figura 35 - Levantamento qualitativo – Praia Brava.....64
Figura 36 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....77
Figura 37 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....77
Figura 38 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Médias de temperaturas para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....77
Figura 39 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....81
Figura 40 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....81
Figura 41 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....83
Figura 42 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....83
Figura 43 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....83
Figura 44 – Ponto 1 – Caraguatatuba. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....84
Figura 45 – Ponto 1 – Caraguatatuba. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....84
Figura 46 – Ponto 2 – Cigarras. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....86
Figura 47 - Ponto 2 – Cigarras. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....86
Figura 48 - Ponto 2 – Cigarras. Médias de temperatura do ar e água por estação do ano, entre 1993 e 1996.....86
Figura 49 - Ponto 2 – Cigarras. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....92
Figura 50 - Ponto 2 – Cigarras. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....92
Figura 51 - Ponto 2 – Cigarras. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....93

Figura 52 - Ponto 2 – Cigarras. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....94
Figura 53 - Ponto 2 – Cigarras. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....94
Figura 54 - Ponto 2 – Cigarras. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....94
Figura 55 – Ponto 2 – Cigarras. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....95
Figura 56 – Ponto 2 – Cigarras. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....95
Figura 57 – Ponto 2 – Cigarras. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....95
Figura 58 - Ponto 3 – Araçá. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....97
Figura 59 - Ponto 3 – Araçá. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....97
Figura 60 - Ponto 3 – Araçá. Médias de temperatura para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....97
Figura 61 - Ponto 3 – Araçá. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....102
Figura 62 - Ponto 3 – Araçá. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....102
Figura 63 - Ponto 3 – Araçá. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....103
Figura 64 - Ponto 3 – Araçá. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....104
Figura 65 – Ponto 3 – Araçá. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....104
Figura 66 – Ponto 4 – Praia Preta. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....106
Figura 67 - Ponto 4 – Praia Preta. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....106
Figura 68 - Ponto 4 – Praia Preta. Médias de temperatura do ar e água por estação do ano, entre 1993 e 1996.....106
Figura 69 - Ponto 4 – Praia Preta. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....112
Figura 70 - Ponto 4 – Praia Preta. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....112

Figura 71 - Ponto 4 – Praia Preta. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....113

Figura 72 - Ponto 4 – Praia Preta. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....114

Figura 73 - Ponto 4 – Praia Preta. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....114

Figura 74 - Ponto 4 – Praia Preta. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....114

Figura 75 – Ponto 4 – Praia Preta. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....115

Figura 76 – Ponto 4 – Praia Preta. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....115

Figura 77 – Ponto 4 – Praia Preta. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....115

Figura 78 –Ponto 5 – Balneário. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....117

Figura 79 - Ponto 5 – Balneário. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....117

Figura 80 - Ponto 5 – Balneário. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....117

Figura 81 - Ponto 5 – Balneário. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....123

Figura 82 - Ponto 5 – Balneário. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....123

Figura 83 - Ponto 5 – Balneário. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....124

Figura 84 - Ponto 5 – Balneário. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....125

Figura 85 - Ponto 5 – Balneário. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....125

Figura 86 – Ponto 5 – Balneário. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....126

Figura 87 – Ponto 5 – Balneário. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....126

Figura 88 –Ponto 6 – Baleeiro. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....128

Figura 89 - Ponto 6 – Baleeiro. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....128

Figura 90 - Ponto 6 – Baleeiro. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....128

Figura 91 - Ponto 6 – Baleeiro. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....133

Figura 92 - Ponto 6 – Baleeiro. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....133

Figura 93- Ponto 6 – Baleeiro. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....134

Figura 94 - Ponto 6 – Baleeiro. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....135

Figura 95 - Ponto 6 – Baleeiro. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....135

Figura 96 - Ponto 6 – Baleeiro. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....135

Figura 97 – Ponto 6 – Baleeiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....136

Figura 98 – Ponto 6 – Baleeiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....136

Figura 99 – Ponto 6 – Baleeiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....136

Figura 100 – Ponto7 – Barequeçaba. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....138

Figura 101 - Ponto7 – Barequeçaba. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....138

Figura 102 - Ponto7 – Barequeçaba. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....138

Figura 103 – Ponto 7 – Barequeçaba. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....143

Figura 104 - Ponto 7 – Barequeçaba. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....143

Figura 105 - Ponto 7 – Barequeçaba. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....144

Figura 106 - Ponto 7 – Barequeçaba. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....145

Figura 107 - Ponto 7 – Barequeçaba. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....145

Figura 108 - Ponto 7 – Barequeçaba. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano. 145
Figura 109 – Ponto 7 – Barequeçaba. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....146
Figura 110 – Ponto 7 – Barequeçaba. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....146
Figura 111 – Ponto 7 – Barequeçaba. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....146
Figura 112 – Ponto 8 – Ponta das Canas. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....148
Figura 113- Ponto 8 – Ponta das Canas. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....148
Figura 114 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....148
Figura 115 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....154
Figura 116 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....154
Figura 117 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....155
Figura 118 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....156
Figura 119 – Ponto 8 – Ponta das Canas. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....156
Figura 120 - Ponto 9 – Armação. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....158
Figura 121 - Ponto 9 – Armação. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....158
Figura 122 - Ponto 9 – Armação. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....158
Figura 123 - Ponto 9 – Armação. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....162
Figura 124 - Ponto 9 – Armação. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....162
Figura 125 - Ponto 9 – Armação. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....163

Figura 126 - Ponto 9 – Armação. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....164

Figura 127 - Ponto 9 – Armação. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....164

Figura 128 - Ponto 9 – Armação. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....164

Figura 129 – Ponto 9 – Armação. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....165

Figura 130 – Ponto 9 – Armação. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....165

Figura 131 – Ponto 9 – Armação. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....165

Figura 132 – Ponto 10 – Guarapocaia. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....167

Figura 133 - Ponto 10 – Guarapocaia. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....167

Figura 134 - Ponto 10 – Guarapocaia. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....167

Figura 135 - Ponto 10 – Guarapocaia. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....172

Figura 136 - Ponto 10 – Guarapocaia. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....172

Figura 137 - Ponto 10 – Guarapocaia. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....173

Figura 138 - Ponto 10 – Guarapocaia. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....174

Figura 139 - Ponto 10 – Guarapocaia. Porcentagens médias de cobertura de *Crassostrea rhizophorae* por estação do ano.....174

Figura 140 – Ponto 10 – Guarapocaia. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....175

Figura 141 – Ponto 10 – Guarapocaia. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Crassostrea rhizophorae*. por estação do ano.....175

Figura 142 – Ponto 11 – Viana. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....177

Figura 143 - Ponto 11 – Viana. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....177

Figura 144 - Ponto 11 – Viana. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....177

Figura 145 - Ponto 11 – Viana. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....182
Figura 146 - Ponto 11 – Viana. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....182
Figura 147 - Ponto 11 – Viana. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....183
Figura 148 - Ponto 11 – Viana. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....184
Figura 149 – Ponto 11 – Viana. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....184
Figura 150 – Ponto 12 – Indaiá. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....186
Figura 1151 - Ponto 12 – Indaiá. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....186
Figura 152 - Ponto 12 – Indaiá. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....186
Figura 153 - Ponto 12 – Indaiá. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....192
Figura 154 - Ponto 12 – Indaiá. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....192
Figura 155 - Ponto 12 – Indaiá. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....192
Figura 156 - Ponto 12 – Indaiá. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....193
Figura 157 - Ponto 12 – Indaiá. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....193
Figura 158 - Ponto 12 – Indaiá. Porcentagens médias de cobertura de *Crassostrea rhizophorae* por estação do ano.....193
Figura 159 – Ponto 12 – Indaiá. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....194
Figura 160 – Ponto 12 – Indaiá. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....194
Figura 161 – Ponto 12 – Indaiá. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....194
Figura 162 – Ponto 13 – Estaleiro. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....196
Figura 163- Ponto 13 – Estaleiro. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....196

Figura 164 - Ponto 13 – Estaleiro. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....196
Figura 165 - Ponto 13 – Estaleiro. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....200
Figura 166 - Ponto 13 – Estaleiro. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....200
Figura 167 - Ponto 13 – Estaleiro. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....201
Figura 168 - Ponto 13 – Estaleiro. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....202
Figura 169 - Ponto 13 – Estaleiro. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....202
Figura 170 - Ponto 13 – Estaleiro. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....202
Figura 171 – Ponto 13 – Estaleiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....203
Figura 172 – Ponto 13 – Estaleiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....203
Figura 173 – Ponto 13 – Estaleiro. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....203
Figura 174 – Ponto 14 – Praia Brava. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....205
Figura 175 - Ponto 14 – Praia Brava. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....205
Figura 176 - Ponto 14 – Praia Brava. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....205
Figura 177 - Ponto 14 – Praia Brava. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....209
Figura 178 - Ponto 14 – Praia Brava. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....209
Figura 179 - Ponto 14 – Praia Brava. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....210
Figura 180 - Ponto 14 – Praia Brava. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....211
Figura 181 - Ponto 14 – Praia Brava. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....211
Figura 182 - Ponto 14 – Praia Brava. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....211

Figura 183 – Ponto 14 – Praia Brava. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....212
Figura 184 – Ponto 14 – Praia Brava. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....212
Figura 185 – Ponto 14 – Praia Brava. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....212
Figura 186 – Ponto 15 – Portinho. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....214
Figura 187 - Ponto 15 – Portinho. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....214
Figura 188 - Ponto 15 – Portinho. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....214
Figura 189 - Ponto 15 – Portinho. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....218
Figura 190 - Ponto 15 – Portinho. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....218
Figura 191 - Ponto 15 – Portinho. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....219
Figura 192 - Ponto 15 – Portinho. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....220
Figura 193 - Ponto 15 – Portinho. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....220
Figura 194 – Ponto 15 – Portinho. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....221
Figura 195 – Ponto 15 – Portinho. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....221
Figura 196 - Ponto 16 - Feiticeira. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....223
Figura 197 - Ponto 16 - Feiticeira. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....223
Figura 198 - Ponto 16 - Feiticeira. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....223
Figura 199 - Ponto 16 - Feiticeira. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....228
Figura 200 - Ponto 16 - Feiticeira. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....228

Figura 201 - Ponto 16 - Feiticeira. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....229

Figura 202 - Ponto 16 - Feiticeira. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....230

Figura 203 - Ponto 16 - Feiticeira. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....230

Figura 204 - Ponto 16 - Feiticeira. Porcentagens médias de cobertura de *Tetraclita stalactifera*. por estação do ano.....230

Figura 205 – Ponto 16 - Feiticeira. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....231

Figura 206 – Ponto 16 - Feiticeira. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....231

Figura 207 – Ponto 16 - Feiticeira. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Tetraclita stalactifera* por estação do ano.....231

Figura 208 - Ponto 17 - Curral. Média de salinidade para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....233

Figura 209 - Ponto 17 - Curral. Média de oxigênio dissolvido para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....233

Figura 210 - Ponto 17 - Curral. Médias de temperatura do ar e água para cada estação do ano, entre 1993 e 1996.....233

Figura 211 - Ponto 17 - Curral. Organização taxonômica da comunidade – número de espécies.....237

Figura 212 - Ponto 17 - Curral. Organização trófica da comunidade – número de espécies.....237

Figura 213 - Ponto 17 - Curral. Variação temporal da zonação vertical dos táxons dominantes.....238

Figura 214 - Ponto 17 - Curral. Porcentagens médias de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....329

Figura 215 - Ponto 17 - Curral. Porcentagens médias de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....239

Figura 216 – Ponto 17 - Curral. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Chthamalus* sp. por estação do ano.....240

Figura 217 – Ponto 17 - Curral. Limites de variação na porcentagem de cobertura de *Brachidontes* sp. por estação do ano.....240

Figura 218 - Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) para o ambiente físico.....242

Figura 219 - Resultado da Análise de Correspondência (CA) envolvendo os valores médios de cobertura das espécies dominantes.....245

Figura 220 - Resultado gráfico da RDA realizada com os dados quantitativos das espécies dominantes.....248
Figura 221 - Resultado gráfico da RDA para riqueza e composição de espécies.....252

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos de amostragem do monitoramento.....49
Tabela 2 – Espécies monitoradas quantitativamente em cada ponto de amostragem 61
Tabela 3 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....77
Tabela 4 - Ponto 1 – Caraguatatuba. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....78
Tabela 5 - Ponto 2 – Cigarras. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....86
Tabela 6 - Ponto 2 – Cigarras. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....87
Tabela 7 – Ponto 3 – Araçá. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....97
Tabela 8 - Ponto 3 – Araçá. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....98
Tabela 9 – Ponto 4 – Praia Preta. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....106
Tabela 10 - Ponto 4 – Praia Preta. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....107
Tabela 11- Ponto 5 – Balneário. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....117
Tabela 12 - Ponto 5 – Balneário. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....118
Tabela 13 – Ponto 6 – Baleeiro. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....128
Tabela 14 - Ponto 6 – Baleeiro. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....129
Tabela 15 - Ponto 7 – Barequeçaba. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....138
Tabela 16 - Ponto 7 – Barequeçaba. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....139
Tabela 17 – Ponto 8 – Ponta das Canas. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....148
Tabela 18 - Ponto 8 – Ponta das Canas. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....149
Tabela 19 – Ponto 9 – Armação. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....158
Tabela 20 - Ponto 9 – Armação. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....159
Tabela 21 – Ponto 10 – Guarapocaia. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....167
Tabela 22 - Ponto 10 – Guarapocaia. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....168
Tabela 23 – Ponto 11 – Viana. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....178

Tabela 24 - Ponto 11 – Viana. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....179

Tabela 25 – Ponto 12 – Indaiá. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....186

Tabela 26 - Ponto 12 – Indaiá. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....187

Tabela 27 – Ponto 13 – Estaleiro. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....196

Tabela 28 - Ponto 13 – Estaleiro. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....197

Tabela 29 – Ponto 14 – Praia Brava. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....205

Tabela 30 - Ponto 14 – Praia Brava. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....206

Tabela 31 – Ponto 15 – Portinho. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....214

Tabela 32 - Ponto 15 – Portinho. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....215

Tabela 33 - Ponto 16 - Feiticeira. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....223

Tabela 34 - Ponto 16 - Feiticeira. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....224

Tabela 35 - Ponto 17 - Curral. Parâmetros físicos e geomorfológicos.....233

Tabela 36 - Ponto 17 - Curral. Composição total de espécies por estação do ano, entre 1993-1996.....234

Tabela 37 - Sumário dos resultados da Análise de Componentes Principais para os dados ambientais.....242

Tabela 38 - Sumário dos resultados da Análise de Redundância para os dados quantitativos das espécies dominantes.....247

Tabela 39 - Sumário dos resultados da Análise de Redundância para os dados de riqueza e composição de espécies.....251

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Airton Santo Tararam, meu orientador, pelo apoio em todos estes anos de convivência, e por sempre acreditar no meu trabalho.

À CETESB por possibilitar o uso dos dados produzidos no programa de monitoramento para o desenvolvimento do presente trabalho.

Ao colega e amigo Carlos Ferreira Lopes por todos estes anos de convivência e aprendizado, pelo companheirismo e pelas várias centenas de horas em que estivemos pendurados nas pedras.

À Denise Navas Pereira, Guiomar Johnscher Fornasaro e Marta Condé Lamparelli por viabilizarem um projeto que, com estas dimensões e nível de detalhamento, raramente se viu no Brasil.

Aos amigos e companheiros Fabiana Marise Pulitano, Fernando Luis Molina, Ana Cristina Ferreira Couto e Ricardo de Almeida Zuppi pelo duro trabalho de campo, no laboratório e na organização e análise dos dados.

Aos técnicos da CETESB, especialistas em trabalhos de campo, Davi de Lima Santos, Paulo Sérgio Tadeu Gomes, Oswaldo Atanagildo da Silva e Wagner de Ornellas Pereira, pelo imprescindível apoio durante as campanhas.

Ao MSc. Cláudio Moraes, pelo auxílio na identificação dos moluscos.

Ao Dr. Davi Bone da Universidade Simon Bolivar, Venezuela, pelos conceitos transmitidos, relacionados à ecologia de comunidades marinhas.

Ao Dr. Édison José de Paula (*in memorian*) do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo, pela orientação e treinamento na identificação taxonômica das macroalgas.

Ao Dr. Eduardo Hajdu do Museu Nacional do Rio de Janeiro, pela cooperação na identificação das esponjas.

A Dra. Erika Schlenz do Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo, pela identificação das anêmonas.

Especialmente ao Dr. Eduardo Tavares Paes, pela preciosa orientação quanto ao uso da análise multivariada e dos programas computacionais.

Ao Dr. Flávio Berchez do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo, por ter possibilitado o uso das dependências do herbário do Departamento durante o período de identificação das macroalgas.

Ao Dr. John P. Sutherland (*in memorian*) da Duke University, Estados Unidos, pela colaboração durante o período de planejamento do programa de monitoramento.

À Dra. Liliana Forneris do Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo, pelo auxílio na identificação dos briozoários.

Ao Dr. Luis Roberto Tommasi do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pelo auxílio na identificação dos equinodermos e pelo apoio na viabilização do trabalho final.

Ao Dr. Miguel Petrere da Universidade Estadual de Rio Claro, pela avaliação crítica do plano original de monitoramento, e pelas sugestões quanto ao desenho amostral.

Ao Dr. Tito Lotufo, pela valiosa contribuição na identificação das ascídias.

Ao Dr. Walter Barrella da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, pela avaliação crítica do plano de monitoramento e pelas sugestões apresentadas durante o período de planejamento inicial.

Finalmente, a Eduardo Yassuda e José Édson da ASA - Brasil, pelo apoio na confecção final da tese.

Especialmente, à Carolina Poletto, por estar sempre presente, e pela cumplicidade em todos os momentos, ao longo desses anos.

RESUMO

O Canal de São Sebastião, localizado na costa norte de São Paulo, na região dos municípios de Ilhabela e São Sebastião, é uma das mais importantes zonas costeiras do Estado de São Paulo, em termos de biodiversidade. O Terminal Marítimo Almirante Barroso – Dutos e Terminais do Centro-Sul (TEBAR/ DTCS) da PETROBRAS está localizado nesta região, na qual ocorreram 151 vazamentos de óleo ligados ao transporte marítimo entre 1978 e 2002. O monitoramento dos costões rochosos do Canal de São Sebastião foi criado pela CETESB para levantar dados de base sobre as comunidades de costões entremarés visando subsidiar futuras avaliações dos impactos de vazamentos de óleo na região. Foram monitorados 17 costões durante quatro anos, entre 1993 e 1996. Constatou-se a presença de 287 táxons (macrofauna e macroalgas), com marcante variação na composição de espécies entre os costões. A estrutura taxonômica de grandes grupos e trófica, no entanto, mantiveram-se relativamente homogêneas entre os pontos. Apesar de haver algumas diferenças locais, o padrão geral de zonação foi similar entre os costões, variando principalmente a largura dos estratos e a composição das espécies acompanhantes. As variações quantitativas das espécies dominantes foram intensas entre os pontos e reduzidas sazonalmente. Os parâmetros ambientais identificados como mais significativos no controle da estrutura da comunidade foram *hidrodinamismo, declive*, e *quantidade de refúgios* na rocha. Foram constatadas preferências diferenciadas pelas espécies dominantes por combinações ambientais específicas.

Palavras-chave: costões rochosos, biomonitoramento, vazamentos de óleo, Canal de São Sebastião, avaliação de impactos.

ABSTRACT

The São Sebastião Channel, located at the north coast of São Paulo State, between the cities of Ilhabela and São Sebastião, is one of the most important coastal zones of the State regarding biodiversity. The Almirante Barroso maritime terminal TEBAR/DTCS is located at this area, where 151 oil spills occurred over the last 25 years. The São Sebastião Channel rocky shore monitoring program was created in order to generate background data about the intertidal community and to support future evaluations of ecological impacts from oil spills. Seventeen sites were monitored during four years (1993-1996). This program registered 287 *taxa* (macrofauna and macroalgae), and great variation on the species composition among the sites. However, the taxonomic and trophic structure was very similar. Despite the occurrence of individual differences, such as belts width and the composition of the less dominant species, the general pattern of vertical zonation was similar among sites. The quantitative variations of the dominant *taxa* were intense among the different rocky shores but small seasonally. The environmental variables identified as the most important to the community structure were the hydrodynamics, slope and rock heterogeneities (refuges). The existence of an ecological gradient reflecting the environmental preferences of the dominant species was clearly indicated in this study.

Key words: rocky shores, biomonitoring, oil spills, São Sebastião Channel, impact evaluation