

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E RECRUTAMENTO
DA COMUNIDADE MACROBENTÔNICA SÉSSIL DO
INFRALITORAL CONSOLIDADO NA REGIÃO DO PORTO
DE VITÓRIA (ES): RELAÇÕES COM VARIÁVEIS
AMBIENTAIS**

WERTHER KROHLING

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Profa Dra Ilana Rosental Zalmon

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
Março de 2009

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E RECRUTAMENTO
DA COMUNIDADE MACROBENTÔNICA SÉSSIL DO
INFRALITORAL CONSOLIDADO NA REGIÃO DO PORTO
DE VITÓRIA (ES): RELAÇÕES COM VARIÁVEIS
AMBIENTAIS**

WERTHER KROHLING

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ilana Rosental Zalmon (Orientadora) – UENF

Prof. Dr. Carlos Eduardo Leite Ferreira (Co-orientador) – UENF

Profa. Dra. Lúcia Verçosa Carvalheira – UERJ

Profa. Dra. Marina Satika Suzuki – UENF

Prof. Dr. Carlos Eduardo Veiga de Carvalho – UENF

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Paula pela paciência, carinho, amor e apoio em todos os momentos nesses últimos anos. Ao Guilherme, que mesmo antes de nascer me incentivou de maneira extraordinária nesse trabalho. Aos meus pais e irmãos por estarem sempre presentes.

À Dra. Ilana Rosental Zalmon. Desde 2001 quando iniciei meu Mestrado como aluno especial me orientou, incentivou, apoiou e acreditou em mim e em meu trabalho até o último instante. Pela amizade, co-orientação, conselhos e ajuda desde sempre também agradeço ao Dr. Carlos Eduardo Leite Ferreira (UFF).

Aos amigos Daniel Shimada Brotto (UVA), José Mauro Sterza (CEMARES), Ricardo de Freitas Netto (UENF). Em especial ao Sergio R. Floeter (UFSCAR), João Luiz Gasparini (UFES) e Jean-Christophe Joyeux (UFES) pelo companheirismo e incentivo desde os tempos de minha graduação. Estes são os amigos que estiveram sempre ao meu lado! Paulo Dias Ferreira Junior (UVV), Fabrício Saleme de Sá (UVV) e Frederico Jacob Eutrópio (UVV), Daniëlle Brescianni (UVV) e Renata Diniz (UVV) por acreditarem e pelo incentivo ao meu trabalho. Gelcílio (Zenith Marítima), obrigado pela lancha.

Ao Centro Universitário Vila Velha (UVV) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) com seus respectivos alunos de graduação em Ciências Biológicas e Oceanografia (além de equipamentos e laboratórios cedidos) que foram de extrema importância nos trabalhos de campo.

Ao Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais (UENF) e Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (processo n° E-26/151.080/2004) pelos equipamentos e bolsa de estudo disponibilizada.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. Introdução	1
2. Objetivos	5
3. Hipóteses de trabalho	5
4. Material e métodos	6
4.1 Área de estudo	6
4.2 Experimento 1: Variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória.	7
4.2.1. Desenho amostral	7
4.2.2 Parâmetros físico-químicos e nutrientes	10
4.3 Experimento 2: Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória	10
4.3.1. Desenho amostral	11
4.3.2 Parâmetros físico-químicos e nutrientes	14
4.4 Análises dos dados	14
4.4.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes – Experimento 1	14
4.4.2 Variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória – Experimento 1	15
4.4.3 Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória – Experimento 2	16
5. Resultados	18
5.1 Precipitação pluviométrica – Experimento 1	18
5.2 Período Chuvoso - Verão 2006	18
5.2.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes	18
5.2.2 Comunidade macrobentônica no canal do porto	22
5.2.2.1. Composição taxonômica	22
5.2.2.2. Estrutura de comunidade	25
5.2.2.3. Análise comparativa dos dados bióticos	27
5.2.2.4. Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos	29
5.3 Período Seco - Inverno 2006	31
5.3.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes	31
5.3.2 Comunidade macrobentônica no canal do porto	35
5.3.2.1. Composição taxonômica	35
5.3.2.2. Estrutura de comunidade	37
5.3.2.3. Análise comparativa dos dados bióticos	39
5.3.2.4. Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos	41
5.4 Verão x inverno de 2006	42

5.4.1	Parâmetros físico-químicos e nutrientes	42
5.4.2	Comunidade macrobentônica no canal do porto	45
5.4.2.1.	Composição taxonômica	45
5.4.2.2.	Estrutura de comunidade	46
5.4.2.3.	Análise comparativa dos dados bióticos	47
5.5	Recrutamento – Experimento 2	49
5.5.1	– Dados pluviométricos	49
5.5.2	– Parâmetros físico-químicos e nutrientes	49
5.5.3	Recrutamento da comunidade bentônica	55
5.5.3.1	Composição taxonômica	55
5.5.3.2	Abundância relativa	56
5.5.3.3	Estrutura da comunidade	60
5.5.3.4	Análise comparativa dos dados bióticos	63
5.5.3.5	Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos	65
6.	Discussão	68
6.1	Variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória	68
6.2	Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória	73
7.	Conclusões e Considerações finais	76
8.	Referências bibliográficas	78
9.	Anexos	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios da porcentagem de cobertura \pm desvio padrão dos táxons registrados (além do tufo e sedimento) nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) (n = 30) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de verão de 2006 24

Tabela 2. Análise de SIMPER com a contribuição percentual dos táxons para a similaridade dentro dos grupos e para a dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de agrupamento dos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) – Verão 2006 (período chuvoso). 29

Tabela 3. Valores médios da porcentagem de cobertura \pm desvio padrão dos táxons registrados (além do tufo e sedimento) nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) (n = 30) ao longo do Porto de Vitória, durante os meses de inverno de 2006 36

Tabela 4. Análise de SIMPER com a contribuição percentual dos táxons para a similaridade dentro dos grupos e para a dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de agrupamento dos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) – Inverno 2006 (período seco). 41

Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PI. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo (p < 0,05). 43

Tabela 6. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PMI. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo (p < 0,05). 43

Tabela 7. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PME. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo (p < 0,05). 43

Tabela 8. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PE. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo (p < 0,05). 43

Tabela 9. Taxons presentes (+) e ausentes (-) (além de “tufo” e sedimento) nos quatro pontos amostrais nos períodos de verão (chuvoso) e inverno (seco) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). 46

Tabela 10. Valores médios \pm desvio padrão (n = 30) dos descritores ecológicos nos períodos de verão (V) e inverno (I) nos pontos PI, PMI, PME e PE. Descritores com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo (Teste t, p < 0,05).

Tabela 11. Taxons presentes (+) e ausentes (-) nas placas de recrutamento nos pontos P1, P2, Pe 3 P4 após 12 meses de amostragens, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007. 56

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização da Baía de Vitória e dos quatro pontos de amostragem ao longo do canal do Porto de Vitória, ES: (PI) Ponto interno, (PMI) Ponto médio interno, (PME) Ponto médio externo e (PE) Ponto externo. 6
- Figura 2. Esquema representativo do delineamento amostral mensal utilizado para a coleta dos dados da comunidade macrobentônica do infralitoral consolidado em cada ponto de estudo ao longo do canal do Porto de Vitória 8
- Figura 3. Foto da unidade amostral (quadrat) de 30 x 30 cm com 30 pontos marcados para a amostragem dos organismos bentônicos do infralitoral consolidado 8
- Figura 4: (A) Foto aérea da Foz do Canal da Costa (Google Earth); (B) Detalhe da foz; (C e D) Vista superior da foz evidenciando a pluma do Canal da Costa 11
- Figura 5. Localização dos quatro pontos de instalação das estruturas experimentais para o estudo de recrutamento na Foz do Canal da Costa, localizado a partir do ponto mais externo (PE) do Canal do Porto de Vitória na Baía de Vitória, em direção ao mar aberto. Nesse estudo, a fonte poluidora é o próprio Canal da Costa 12
- Figura 6. Desenho esquemático das estruturas experimentais instaladas em cada ponto. Adaptado de Mayer-Pinto & Junqueira (2003) e Viana (2004). 13
- Figura 7. Precipitação pluviométrica total entre os meses de Dezembro de 2005 e Novembro de 2006. As barras negras evidenciam os meses da estação chuvosa (verão) e seca (inverno). 18
- Figura 8. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) monitorados nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). 20
- Figura 9. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos nutrientes (fósforo total, ortofosfatos, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio total) nos quatro pontos de estudo (PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). 22
- Figura 10. Riqueza, diversidade de *Brillouin* e dominância de *Simpson* dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão de 2006 (período chuvoso). Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de 30 amostras: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* ($p < 0,05$). 26
- Figura 11. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os

dados de porcentagem de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nas amostragens de verão (período chuvoso) de 2006. 27

Figura 12. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes em trinta amostras em cada ponto de estudo ao longo do Porto de Vitória presentes nas amostragens de verão de 2006 (período chuvoso): PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). 28

Figura 13. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem média de cobertura dos táxons mais abundantes > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e % de cobertura de sedimento) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de verão de 2006 (período chuvoso). 30

Figura 14. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) monitorados nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno de 2006 (período seco). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$).32

Figura 15. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos nutrientes (fósforo total, ortofosfatos, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio total) nos quatro pontos de estudo (PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno (período seco). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). 34

Figura 16. Riqueza, diversidade de *Brillouin* e dominância de *Simpson* dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno de 2006 (período seco). Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de 30 amostras: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* ($p < 0,05$). 38

Figura 17. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de porcentagem de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nas amostragens de inverno de 2006 (período seco). 37

Figura 18. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes em trinta amostras em cada ponto de estudo ao longo do Porto de Vitória presentes nas amostragens de inverno de 2006 (período seco): PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo).

Figura 19. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem média de cobertura dos táxons mais abundantes > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e % de cobertura de sedimento) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de inverno de 2006. 42

Figura 20. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de porcentagem média de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória; V – Verão (período chuvoso), I – Inverno (período seco). 48

Figura 21. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de porcentagem média de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória; V – Verão (período chuvoso), I – Inverno (período seco). 48

Figura 22. Precipitação pluviométrica total entre os meses de Agosto de 2006 e Julho de 2007. 49

Figura 23.1. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de pH, salinidade e temperatura nos quatro pontos de estudo. As letras A e B indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos parâmetros físico-químicos entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007).. 51

Figura 23.2. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de transparência e oxigênio dissolvido nos quatro pontos de estudo. As letras A e B indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos parâmetros físico-químicos entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007)..... 52

Figura 24.1. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de ortofosfatos, fósforo total e nitrogênio amoniacal nos quatro pontos de estudo. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos nutrientes entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007)..... 53

Figura 24.2. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de nitrato, nitrito e nitrogênio total nos quatro pontos de estudo. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos nutrientes entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007). 54

- Figura 25. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes ($>$ que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 1, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras. 57
- Figura 26. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes ($>$ que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 2, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras. 58
- Figura 27. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes ($>$ que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 3, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras. 59
- Figura 28. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes ($>$ que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 4, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras. 60
- Figura 29. Valores médios ($n=4$) da Riqueza (A) Diversidade de Brillouin (B) e Dominância de Simpson (C) dos táxons registrados nas placas mensais entre Agosto de 2006 e Julho de 2007 (barras verticais denotam o intervalo de confiança de 0,95). 62
- Figura 30. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA) com os dados de porcentagem de cobertura de cada ponto entre os meses (*Samples* = amostras; *Similarity* = similaridade). 64
- Figura 31. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes nas amostras dos pontos ao longo dos 12 meses de estudo. 65
- Figura 32. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; $>$ 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 1. 66
- Figura 33. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; $>$ 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 2. 66
- Figura 34. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; $>$ 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 3. 67
- Figura 35. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; $>$ 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 4. 68

LISTA DE ANEXOS

- 9.1 Anexo 1 – Valores médios e desvio padrão mensais dos táxons recrutados nos diferentes pontos amostrais (P1, P2, P3 E P4) entre Agosto de 2006 e Julho de 2007. 90
- 9.2 Anexo 2 – Placas de recrutamento retiradas em Janeiro de 2007 evidenciando a completa ausência de organismos incrustantes e a ampla cobertura das placas por sedimento no ponto 1. 95

RESUMO

Comunidades bentônicas de costões rochosos em áreas litorâneas próximas a locais de grande desenvolvimento urbano/industrial estão sujeitas a uma série de diferentes impactos antrópicos. Em função do regime de chuvas e pela proximidade da parte externa do Porto de Vitória, a variação espaço-temporal nas concentrações de nutrientes e parâmetros físico-químicos na água do Porto de Vitória promove diferenças (entre as estações do ano e locais internos x externos) na estrutura da comunidade macrobentônica local. O recrutamento das espécies bentônicas no Canal da Costa diferirá na sua composição em função da distância de uma fonte poluidora (nutrientes). Amostragens *in situ* ao longo do canal de acesso ao Porto de Vitória e placas mensais de recrutamento foram utilizadas para monitorar as mudanças na sucessão ecológica dos organismos incrustantes. As menores concentrações dos nutrientes da água no Porto de Vitória foram registradas no inverno (período seco). Os pontos PI e PMI foram caracterizados por grande dominância de tufo (aglomerados de hidrozoários e briozoários arborescentes). Os pontos PME e PE foram dominados por áreas cobertas de fino sedimento, oriundo das atividades de dragagem no porto, evidenciando duas zonas distintas. O aporte de poluentes orgânicos no estuário do Canal da Costa influenciou negativamente a comunidade de recrutas no Ponto 1. Nesse local foram registrados menores valores de riqueza, diversidade, mais espaço vazio em relação ao ponto mais distante (P4). Os parâmetros físico-químicos (pH, Salinidade, temperatura, OD, transparência) apresentaram uma tendência decrescente em suas concentrações médias à medida que se afastavam da fonte poluidora. *Ulva* sp apresentou um padrão de recrutamento constante em todos os quatro pontos em praticamente todos os meses de estudo. O espaço vazio não foi fator limitante para o recrutamento dos organismos, pois apresentou valores superiores a 40%, chegando a 100% nas placas de dezembro, resultado de grande precipitação pluviométrica local (~ 220 mm). Nesse mesmo período, registrou-se valores inferiores de riqueza e diversidade de espécies. Concluiu-se que a variação espacial na estrutura da comunidade bentônica no Porto de Vitória ocorreu em função de condições de maior estresse ambiental (maior poluição orgânica) nos pontos internos e de menor estresse nos pontos externos. O recrutamento dos organismos foi influenciado tanto pela distância da fonte poluidora quanto pelo fator temporal (meses dos anos).

Palavras chave: Impacto antrópico, poluição orgânica, substrato consolidado

ABSTRACT

Rocky shore benthic community at litoral areas, nearby of urban centers are subjects to diferents kinds of antropogenic impacts. In function to rain conditions and proximity to external portion of Vitoria's Harbor, the spatial-temporal variation of nutrients and physical-chemical water characteristics promote changes over local benthic community structure. The recruitment of benthic species at Canal da Costa will shift as function of the distance of pollution source (organic pollution). In situ sensus in the Vitoria's Harbor Channel and recruitment monthly plates were used to monitoring changes at succession of fouling. Lowest concentrations of water's nutrients in Vitoria's Harbor were registered at winter (dry season). P1 and PMI sites were characterized by great dominance of "turf" (agglomerate of hidrozoans and bryozoans). PME and PE sites were dominated by tinny layer of sediments, from dredge activity inside channel. The Canal da Costa estuary (local source of organic pollution) had negative influence over the recruits community at P1 (lowest values of richness, diversity and more empty space) in relation to most distance site (P4). The physical-chemical parameters presented decrease tendency of values while the pollution source was far away. *Ulva* sp presented constant pattern of recruitment at four sites, over entire months. Empty space was not limitant to local recruitment, presented values up to 40%, with a maximum at 100% (december), as result of great local pluviometric precipitation (~220 mm). This month also presents lowest richness and diversity values at all sites. In conclusion, the spatial variation at benthic community structure at Vitoria's Harbor was as function of more ambiental stress (organic pollution) at internal sites and less stress at external sites. The recruitment of benthic organisms was influenced by the distance and by the of pollution source by temporal factors (years months).

Keywords: antropogenic impacts, organic pollution, hard substrate

1. Introdução

Comunidades bentônicas de costões rochosos associadas a áreas litorâneas em locais de grande desenvolvimento urbano/industrial, em geral estão sujeitas a uma série de impactos antrópicos (Crowe *et al.*, 2000; Jackson, 2001; Jackson *et al.*, 2001; Vallarino *et al.*, 2002). Se por um lado tais costões provêm recursos alimentares, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e outros organismos, podem também apresentar níveis altos de contaminantes como metais pesados e/ou bactérias e nutrientes oriundos de poluição orgânica ou industrial de fontes diversas (Jickells, 1998; Loureiro *et al.*, 2001; Boer & Prins, 2002; Wolf *et al.*, 2004; Sterza & Fernandes, 2006).

Além do cenário supracitado, áreas de portos e baías podem ainda apresentar efeitos por espécies invasoras, sedimentação (Carlton, 1996; Bax *et al.*, 2003), poluição por óleo e/ou orgânica. A poluição orgânica em corpos de água de circulação fechada ou restrita (enseadas e baías por exemplo) pode resultar na eutrofização do ambiente pelo enriquecimento local por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio que entram como soluto e se transformam em partículas orgânicas ou inorgânicas (Esteves, 1988; Carmouze, 1994; Brigante & Espíndola, 2003). Em níveis moderados, a eutrofização pode favorecer a colonização e o desenvolvimento da comunidade bentônica, mas em níveis elevados pode acarretar em um decréscimo na biomassa e/ou na diversidade e riqueza de espécies, favorecendo inclusive espécies oportunistas (Warwick, 1986; Mayer-Pinto *et al.*, 2000; Silva, 1998; Mayer-Pinto & Junqueira, 2003). Além disso, dragagens e drenagens podem influenciar o regime hidrográfico, alterando as características físico-químicas das águas e sedimentos, abrindo oportunidades para a substituição de espécies (Driesche & Driesche 2001; Silva *et al.*, 2004).

Estudos recentes em ambientes tropicais (Currie & Perry, 1999; Rilov *et al.*, 2002; Dougals & O'Connor, 2003) e temperados (Hedge & Kriwoken, 2000; Garcia-Meunier *et al.*, 2002) têm evidenciado as diversas conseqüências negativas do processo de introdução de espécies exóticas. A perda de diversidade biológica, por ser irreversível, se destaca como o mais importante efeito causado pela bioinvasão (Crowe *et al.*, 2000; Thompson *et al.*, 2002). Além disso, as introduções podem favorecer interações entre as espécies, ocasionando mudanças nos fluxos de energia e ciclagem de nutrientes, com resultados

desconhecidos dentro da comunidade (Carlton, 2001; Pimentel *et al.*, 2001; Sax *et al.*, 2002; Bax *et al.*, 2003).

Tais fatores contribuem de maneira deletéria aos ambientes costeiros, favorecendo organismos tolerantes e eliminando outros, e desta maneira alterando a abundância e a composição das comunidades marinhas em diferentes escalas temporais e espaciais (Warwick, 1986; Thompson *et al.*, 2002; Airoldi, 2003).

As comunidades bentônicas são componentes importantes, seja pela presença das próprias espécies como agentes estruturadores do ambiente, ou pela sua participação efetiva na cadeia trófica (Jumars & Nowell, 1984; Vanin, 1989). Muitas espécies destas comuniddes são incrustantes, utilizadas como indicadores de condições ambientais, pois estando aderidos ao substrato, não podem se afastar da fonte do distúrbio (Loureiro *et al.*, 2001). Os organismos bentônicos são extremamente sensíveis ao fluxo e qualidade de matéria orgânica, podendo sofrer alterações no metabolismo, composição e estrutura (Grall & Chauvaud, 2002).

Como as comunidades bentônicas são compostas por organismos sésseis ou sedentários, a fase larval é de extrema importância para a colonização de novos ambientes. O assentamento larval (contato da larva com o substrato) é o momento em que o indivíduo realiza o primeiro contato com a superfície e se fixa definitivamente no local aonde irá se desenvolver (Power *et al.*, 2006). A manutenção das comunidades bentônicas ocorre pela chegada de novos indivíduos oriundos dos estoques larvais. Como resultado, populações locais não são sempre reguladas pela fertilidade dos adultos, mas sim pela chegada de novas larvas e pelo sucesso em seu recrutamento. Sendo assim, o assentamento e o recrutamento dos organismos bentônicos ocorrem predominantemente pela migração de esporos e larvas de outras regiões (Svane & Petersen, 2001).

O recrutamento dos organismos incrustantes é influenciado por fatores como disponibilidade larval, efeitos estocásticos de correntes, seletividade das larvas (Connell, 1985), mortalidade durante a dispersão, condições ambientais (ex. salinidade, oxigênio dissolvido, transparência, sedimentação, poluentes) entre outros (Underwood & Fairweather, 1985; Scheffer, 2001; Krohling *et al.*, 2004; Dumas *et al.*, 2007). Tais fatores são comumente chamados de eventos pré-assentamento. Como eventos pós-assentamento destacam-se as interações entre

adultos e recrutas, competição intra/interespecífica pelo substrato, bioturbação, epibiose, limitações de alimento e predação (Fraschetti *et al.*, 2003).

A região do Porto de Vitória no estado do Espírito Santo recebe uma descarga de poluição orgânica crônica que se sobrepõe às demais formas de poluição (metais pesados e hidrocarbonetos) (Jesus *et al.*, 2004). Os municípios do seu entorno (Vila Velha, Cariacica e Vitória) possuem uma população de aproximadamente 962.000 habitantes (IBGE, 2000) e, por não possuírem um sistema de tratamento sanitário, lançam o esgoto *in natura* na região. Além disso, oito galerias de águas pluviais provenientes da cidade de Vitória, através de ligações clandestinas, despejam esgoto orgânico *in natura* na Baía de Vitória (Donatelli, 1998). Aliado ao esgoto doméstico, a região é susceptível à poluição por metais pesados e hidrocarbonetos, principalmente por receber efluentes de indústrias próximas instaladas nos municípios ao redor (Jesus *et al.*, 2004; Joyeux *et al.*, 2004a).

Em função do regime de chuvas (período seco e chuvoso), ocorrem diferenças nas características físico-químicas da água local com variações sazonais na descarga de nutrientes (Sterza, 2002). Tais fatores estão freqüentemente relacionados ao grau de poluição doméstica (orgânica) (Camourze, 1994). Observa-se um gradiente nas condições físico-químicas desde a porção interna até a porção externa do estuário do Porto de Vitória. As áreas internas apresentam maiores temperaturas enquanto as externas apresentam valores mais elevados de salinidade, transparência, oxigênio dissolvido e pH (Sterza & Fernandes, 2006).

Dados pretéritos de monitoramentos fornecem informações valiosas sobre mudanças nas comunidades marinhas ocorridas por influências antrópicas, sejam elas poluição industrial e/ou orgânica, metais pesados e espécies invasoras (Thompson *et al.*, 2002), porém nem sempre tais dados são disponibilizados. Estudos científicos de caracterização e monitoramento ambiental com delineamento experimental rígido na região do Porto de Vitória são escassos e restringem-se em sua maioria a relatórios técnicos de serviços de consultoria que visam atender às condicionantes ambientais propostas pelo órgão ambiental estadual (IEMA – Instituto Estadual do Meio Ambiente) e às indústrias e prestadoras de serviços que utilizam a região do Porto de Vitória em suas atividades (de Paula *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2005; Schaeffer & Dias-Junior,

2005). Mais recentemente, iniciaram-se estudos analisando os teores de metais pesados no sedimento (Jesus *et al.*, 2004) e na comunidade ictioplanctônica (Joyeux *et al.*, 2004a; Joyeux *et al.*, 2004b; Chagas *et al.*, 2006); de distribuição local do zooplâncton estuarino (Fernandes *et al.*, 2005; Sterza & Fernandes, 2006) e de estrutura de comunidades bentônicas de substrato inconsolidado (Nalesso *et al.*, 2005). Até a presente data, não foram registrados estudos com comunidade bentônica de substrato consolidado na região.

Visto que os organismos bentônicos de substrato consolidado são influenciados diretamente pela massa d'água adjacente (Fraschetti *et al.*, 2003; Chlolle & Boné, 2007), diferentes graus de eutrofização podem interferir na intensidade e na sazonalidade de recrutamento das espécies. Muitos estudos correlacionam os efeitos da poluição orgânica em áreas de portos, estuários e baías na composição e estrutura de comunidades planctônicas, no bentos do mesolitoral consolidado e de substrato inconsolidado (Kennedy & Jacob, 1999; Hillebrand, *et al.*, 2000; Crowe *et al.*, 2000; Beukema, *et al.*, 2002; Sterza, 2002; Vilela *et al.*, 2003). Porém trabalhos sobre a influência da poluição orgânica sobre as comunidades bentônicas de substrato consolidado de infralitoral na costa brasileira são escassos (Zalmon, 1988; Silva, 1998; Mayer-Pinto & Junqueira, 2003), sem registros de estudos de estrutura de comunidade bentônica de substrato consolidado natural (costão rochoso) ou artificial (incrustação biológica) na região do Porto de Vitória.

O presente estudo pretende caracterizar a comunidade bentônica de substrato consolidado ao longo da Baía de Vitória e o recrutamento destes organismos sob influência do Canal da Costa (conforme citado no resumo), avaliando o grau de influência antrópica por poluentes orgânicos sobre o recrutamento e estrutura da referida comunidade, de modo a fornecer dados quali-quantitativos para monitoramentos futuros. Dada à inexistência de informações referentes à comunidade bentônica de infralitoral consolidado na área de estudo e da importância desses organismos como bioindicadores das condições ambientais, o presente estudo pretende contribuir para o conhecimento da estrutura das comunidades bentônicas do infralitoral consolidado de substratos naturais e artificiais da região do Porto de Vitória.

2. Objetivos

1 – Caracterizar a estrutura da comunidade macrobentônica de substrato consolidado natural e artificial do infralitoral na região do Porto de Vitória.

2 – Caracterizar a massa d'água na região do Porto de Vitória em duas épocas distintas no ciclo hidrológico em função de variáveis ambientais (parâmetros físico-químicos e carga de nutrientes).

3 – Determinar a distribuição espacial da comunidade macrobentônica de substrato consolidado natural em função da concentração de nutrientes e parâmetros físico-químicos da água em diferentes pontos do Porto de Vitória.

4 – Avaliar o efeito da descarga dos nutrientes no recrutamento da comunidade bentônica de substrato consolidado artificial (comunidade incrustante).

3. Hipóteses de trabalho

Este estudo parte da premissa de que a comunidade bentônica do infralitoral consolidado varia espacialmente (composição taxonômica, riqueza, abundância, diversidade e dominância), considerando diferentes características da massa de água (parâmetros físico-químicos e nutrientes) ao longo do canal de acesso ao Porto de Vitória, em um gradiente de distância da parte interna até a porção externa do estuário. Áreas mais externas do canal, sujeitas a maiores condições de estabilidade ambiental em termos de parâmetros físico-químicos da água (principalmente salinidade, oxigênio dissolvido e transparência) e menos afetadas por carga orgânica, apresentarão uma maior riqueza e diversidade de espécies do que áreas mais internas, sujeitas a condições mais instáveis. Sendo assim:

1 – Em função do regime de chuvas (período seco e chuvoso) e pela proximidade da parte externa do porto (mar aberto), a variação temporal e espacial nas concentrações de poluentes orgânicos e parâmetros físico-químicos na água do Porto de Vitória promove diferenças temporais (estações do ano) e espaciais (quilômetros) na estrutura da comunidade macrobentônica na região de estudo.

2 – O recrutamento das espécies bentônicas diferirá na composição, riqueza, diversidade e dominância em função da distância da fonte poluidora (poluentes orgânicos).

4. Material e métodos

4.1 Área de estudo

A Baía de Vitória localiza-se no Estado do Espírito Santo, na região da Grande Vitória, Sudeste do Brasil. A Baía de Vitória desemboca a leste na Baía do Espírito Santo e em mar aberto (Figura 1). A região apresenta em seu entorno manguezais, praias lodosas, costões rochosos e substratos artificiais (pilares, pontes e atracadouros). A porção sul da Baía de Vitória possui uma área de aproximadamente 14,5 km² e nela está localizado o Porto de Vitória (20°19'S:40°20'W). Este possui uma área de atracação de 4,4 km², com instalações distribuídas em ambos os lados da referida baía. A profundidade máxima é de cerca de 23 metros e apresenta uma variação média de maré de 0,8 m (DHN – Diretoria de Hidrovia e Navegação - <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/>).

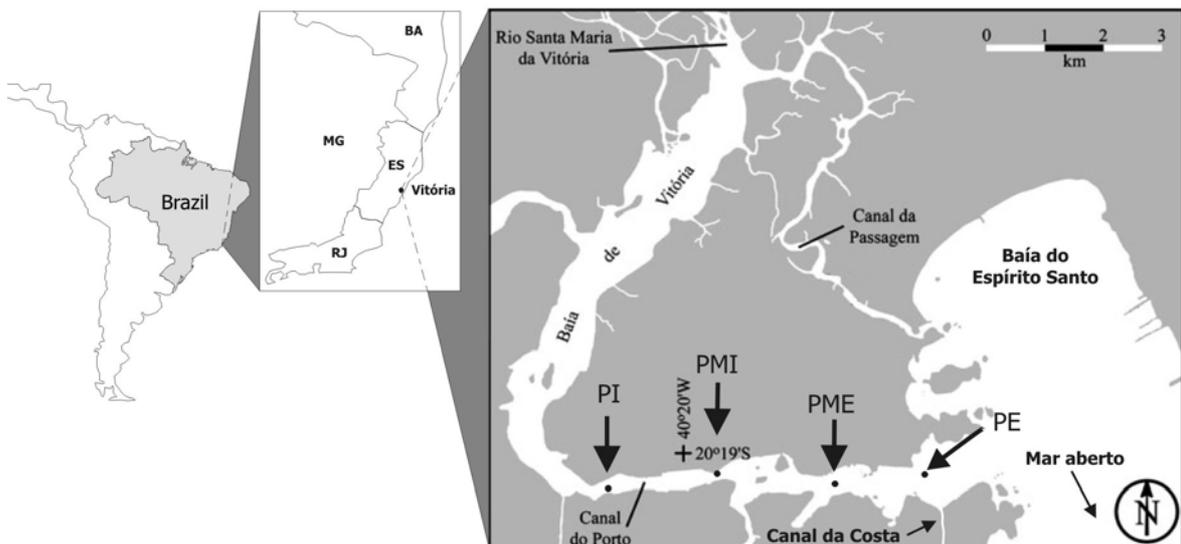


Figura 1. Localização da Baía de Vitória e dos quatro pontos de amostragem ao longo do canal do Porto de Vitória, ES: (PI) Ponto interno, (PMI) Ponto médio interno, (PME) Ponto médio externo e (PE) Ponto externo.

O principal aporte de água continental local provém do Rio Santa Maria da Vitória, na porção mais interna do estuário. As águas internas apresentam características típicas de águas continentais (maior temperatura, menor pH e oxigênio dissolvido), enquanto a porção externa do estuário é caracterizada por águas costeiras (menor temperatura, valores mais elevados de oxigênio dissolvido, pH e transparência) (Joyeux *et al.*, 2004a; Sterza & Fernandes, 2006).

A pluviosidade média é marcada por períodos de maior precipitação nos meses de primavera/verão (Novembro a Janeiro) e menor no inverno (Junho a Agosto).

Com a expansão da indústria petrolífera na região, o tráfego marítimo se intensificou com a presença de *supply boats*, os quais dão suporte a navios sonda e plataformas de petróleo que vêm se instalando no estado. Além disso, constatou-se o aumento das atividades portuárias que refletem em incremento nas obras de dragagem para aumento da profundidade do canal de navegação para a entrada de navios de grande porte.

4.2 Experimento 1: Variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória.

Ao longo do canal do porto, a área recebe descargas de vários outros cursos d'água de menor porte além de galerias pluviais que deságuam no local. Tal característica permitiu dividir o canal em quatro regiões distintas em relação à sua porção interna e externa, caracterizando assim quatro pontos de amostragem para o estudo de variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória: (PI: -20.323844°/-40.343891°) Ponto interno; (PMI: -20.320627°/-40.325497°) Ponto médio interno; (PME: -20.322985°/-40.307489°) Ponto médio externo e (PE: -20.320026°/-40.285679°) Ponto externo (Figura 1). Os pontos internos (PI e PMI) recebem maior influência das águas fluviais que deságuam no local enquanto os pontos mais externos (PME e PE) são mais influenciados por águas costeiras. Os pontos PI e PMI são formados por lajes submersas marcadas por faróis de sinalização náutica. O ponto PME se encontra no costão submerso da Ilha da Fumaça com face para o canal de acesso, enquanto o ponto PE localiza-se nos matacões de proteção dos pilares da ponte Darcy Castelo Mendonça (Terceira Ponte). Os pontos distam entre si aproximadamente dois quilômetros.

4.2.1. Desenho amostral

Para a caracterização da comunidade macrobentônica sésil do infralitoral consolidado ao longo do canal (experimento 1) foram realizadas amostragens quantitativas em substrato consolidado natural (costão rochoso) nos quatro pontos de estudo (PI, PMI, PME e PE), nos meses de primavera/verão (dezembro

2005, janeiro e fevereiro de 2006, nesse estudo definido como “verão 2006”) e inverno de 2006 (junho, julho e agosto), a fim de amostrar os períodos chuvoso e seco respectivamente (Beuekma *et al.*, 2002).

Em cada um dos quatro pontos de estudo, a comunidade macrobentônica foi amostrada mensalmente em cada período supracitado através de 10 quadrats de 30 x 30 cm dispostos horizontalmente entre 3 e 4 metros de profundidade e distantes entre si aproximadamente 1 metro (Figura 2). Os organismos foram amostrados através da técnica de ponto intersecção não-destrutiva de modo que os organismos presentes sob cada ponto de intersecção, escolhidos aleatoriamente ($n = 30$), eram identificados e contabilizados (Sutherland, 1974) (Figura 3).

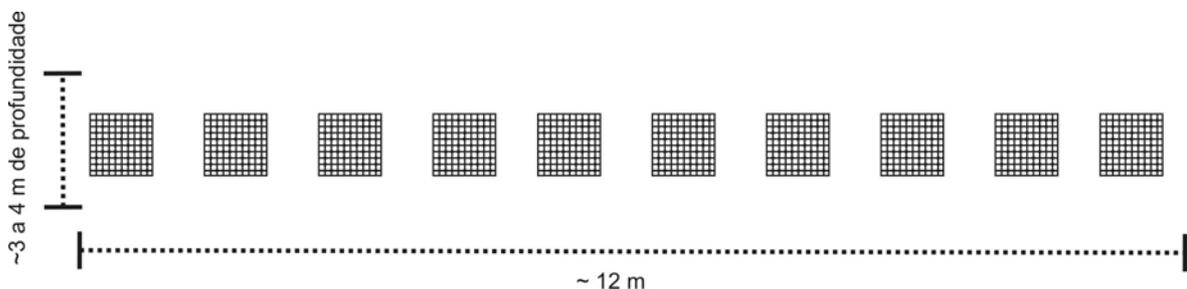


Figura 2. Esquema representativo do delineamento amostral mensal utilizado para a coleta dos dados da comunidade macrobentônica do infralitoral consolidado em cada ponto de estudo ao longo do canal do Porto de Vitória.



Figura 3. Foto da unidade amostral (quadrat) de 30 x 30 cm com 30 pontos marcados para a amostragem dos organismos bentônicos do infralitoral consolidado.

Em cada ponto de estudo foi amostrado um total de 60 quadrats, sendo 30 na estação seca e 30 na estação chuvosa ($n = 10$ por mês) entre 3 e 4 m de profundidade. Esta faixa de profundidade foi escolhida por abrigar exclusivamente organismos sésseis do infralitoral (em maré baixa podem ocorrer organismos do mesolitoral inferior entre 0 e 2 metros de profundidade) e por questões de segurança no mergulho (os locais apresentam pouca ou nenhuma visibilidade abaixo de cinco metros de profundidade).

4.2.2 Parâmetros físico-químicos e nutrientes

Em cada ponto amostral (PI, PMI, PME e PE) foram coletadas amostras de água (1 litro) a uma profundidade de quatro metros, com o auxílio da garrafa de *Van Dorn*. As coletas foram realizadas quinzenalmente em cada ponto sempre nas marés vazantes de sizígia (no período matutino), nos três meses de verão correspondente ao período chuvoso e nos três meses de inverno correspondente ao período seco, totalizando 48 amostras (seis amostras por ponto = 24 amostras por estação do ano). Das amostras de água foram obtidos dados de pH, salinidade (PSU), temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/l) através de uma sonda (multiparâmetro YS-85) e no local foi medida a transparência da água superficial com disco de *Secchi*. Simultaneamente foram armazenadas alíquotas de 300 ml para a análise de nutrientes (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fosfato, fósforo total) realizadas no Centro Tecnológico de Análises (CETAN) de acordo com Camourze (1994) e Clesceri *et al.* (1995).

Dados pluviométricos locais (precipitação mensal total) foram obtidos junto à Estação Vitória (LAT: 20°19' S; LONG: 40°19') e Agência Nacional de Águas/Hidroweb – ANA.

4.3 Experimento 2: Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória

Na Baía de Vitória, próximo ao ponto mais externo do canal do Porto (PE), observa-se uma fonte de despejo direto e contínuo de esgoto doméstico lançado diretamente no canal. No presente estudo, esta fonte de despejo de nutrientes foi referenciada como Foz do Canal da Costa (Figura 4).



Figura 4: (A) Foto aérea da Foz do Canal da Costa (Google Earth); (B) Detalhe da foz; (C e D) Vista superior da foz evidenciando a pluma do Canal da Costa (linhas vermelhas). Setas vermelhas evidenciam a foz do canal.

Este canal recebe ligações de esgoto *in natura* de grande parte do Município de Vila Velha. Apesar da inexistência de dados referenciados de sua massa d'água (pH, oxigênio dissolvido, temperatura, nutrientes, vazão,...), observou-se que nas vazantes das marés de sizígia, sua pluma estende-se para nordeste, margeando os costões rochosos em direção ao mar aberto (Castro & Valadares, 2008; Dias *et al.*, 2008).

4.3.1. Desenho amostral

De modo a investigar a influência antropogênica de esgoto doméstico (nutrientes) no recrutamento dos organismos bentônicos (experimento 2) foram imersas duas estruturas experimentais, distantes entre si aproximadamente 4 metros, em quatro pontos distintos (P1, P2, P3 e P4) desde a foz do Canal da Costa em um gradiente de distância da fonte poluidora constituída por esgoto doméstico (Figura 5). O ponto 1 (P1) está localizado na foz do Canal da Costa a 10 metros da fonte poluidora, P2 a cerca de 300 metros de distância deste, P3 a

600 metros de distância do ponto 1 e P4 a aproximadamente 1.200 metros de distância do P1.

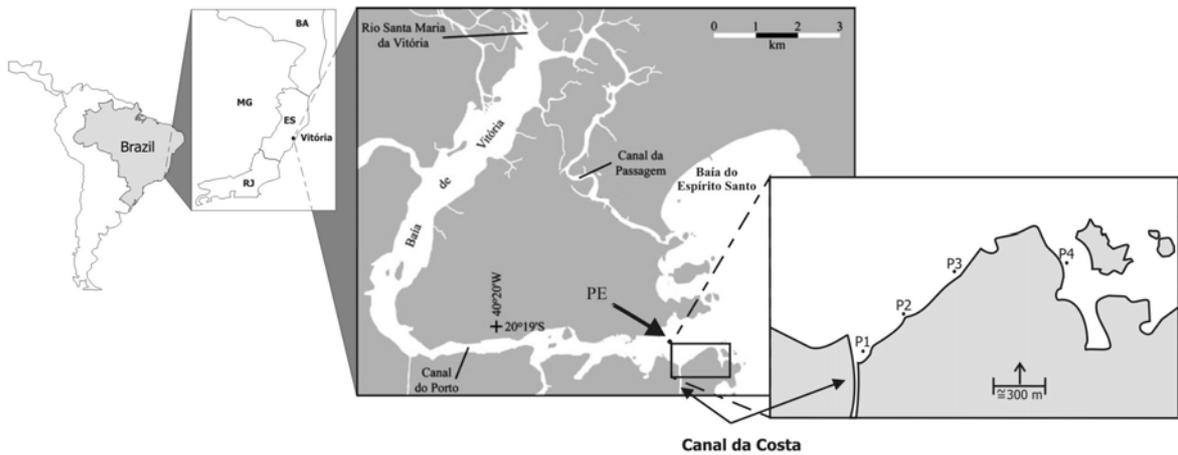


Figura 5. Localização dos quatro pontos de instalação das estruturas experimentais para o estudo de recrutamento na Foz do Canal da Costa, localizado a partir do ponto mais externo (PE) do Canal do Porto de Vitória na Baía de Vitória, em direção ao mar aberto. Nesse estudo, a fonte poluidora é o próprio Canal da Costa.

Em cada estrutura foram fixadas duas placas de concreto (15 x 20cm), distantes entre si cerca de 1 metro, cada qual a 20 cm da superfície e a 3-4 metros do fundo (Figura 6), totalizando quatro placas de amostragem por distância da fonte poluidora.

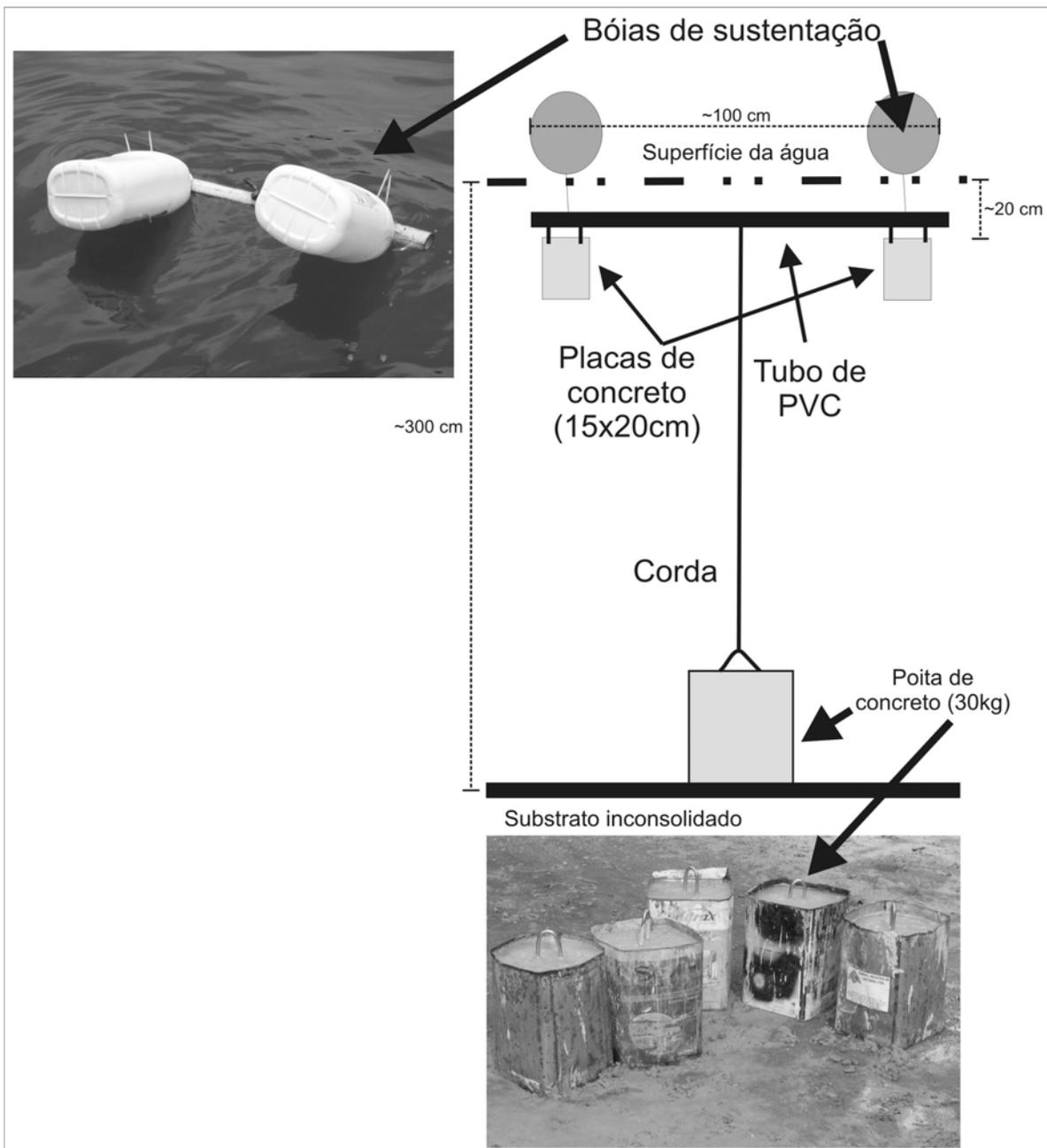


Figura 6. Desenho esquemático das estruturas experimentais instaladas em cada ponto. Adaptado de Mayer-Pinto & Junqueira (2003) e Viana (2004).

De agosto de 2006 a julho de 2007 (12 meses), cada placa em cada estrutura experimental e em cada ponto de estudo foi substituída mensalmente por novas para o estudo de recrutamento da comunidade incrustante em distâncias decrescentes da fonte poluidora, totalizando quatro placas por mês em cada ponto.

As placas retiradas foram transportadas em sacolas plásticas com formaldeído 4% ao laboratório de Ecologia Bêntica do Centro Universitário Vila Velha, onde eram analisadas quali e quantitativamente sob microscópio

estereoscópico, através da técnica de amostragem de pontos de intersecção (Sutherland, 1974). O método consiste na sobreposição de um *quadrat* com 25 pontos de intersecção de modo que os organismos presentes em cada ponto são identificados e contabilizados. Uma vez que o estrato amostrado era apenas o superior, o percentual de cobertura nunca ultrapassa 100%).

4.3.2 Parâmetros físico-químicos e nutrientes

Em cada ponto de estudo (P1, P2, P3, P4), no mesmo dia da coleta biológica (durante a vazante da maré de sizígia diurna), eram obtidos, a cerca de 20cm de profundidade, dados de pH, salinidade (PSU), temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg/l) através de multiparâmetro (YS-85) e de transparência da água com disco de *Secchi*. Simultaneamente, na mesma profundidade, eram coletadas em garrafas plásticas esterilizadas, alíquotas de 300 ml para a análise de nutrientes (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fosfato, fósforo total) realizadas no Laboratório CETAN (Centro Tecnológico de Análises) de acordo com Camourze (1994) e Clesceri *et al.*, (1995).

4.4 Análises dos dados

4.4.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes – Experimento 1

A fim de identificar o gradiente espacial de variação dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos quatro pontos de estudo (PI, PMI, PME e PE) ao longo do canal do Porto de Vitória, foi utilizada a análise não paramétrica de *Kruskall Wallis*, seguida pelo teste de *Tukey* não paramétrico ($\alpha = 0,05$), a fim de identificar a origem da diferença entre os pontos (Zar, 1999). Esta análise incluiu os dados obtidos nas amostras correspondentes ao período seco e chuvoso. A análise de *Kruskall Wallis* também foi utilizada para comparar os valores médios das variáveis físico-químicas e nutrientes entre os períodos seco e chuvoso (variação temporal) em cada ponto de estudo (PI, PMI, PME e PE).

4.4.2 Variação espacial e temporal da comunidade macrobentônica em substrato rochoso ao longo do canal do porto – Baía de Vitória – Experimento 1

A comunidade bentônica de cada ponto (PI, PMI, PME e PE - variação espacial) foi caracterizada quanto à composição taxonômica, riqueza (número total e médio de táxons), abundância relativa (porcentagem de cobertura média de cada táxon), diversidade de Brillouin e dominância de Simpson (Magurran, 1988) em cada período do ano (seco e chuvoso - variação temporal).

A significância das diferenças entre os pontos de estudo ao longo do canal do Porto de Vitória e entre os diferentes períodos do ano, quanto aos descritores de estrutura da comunidade bentônica (riqueza, diversidade e dominância dos táxons), foi avaliada através de análise de variância (ANOVA) *one way*, com o teste de *Tukey* para comparação múltipla de médias *a posteriori*. Os dados foram testados quanto à normalidade através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* (Zar, 1999).

A similaridade da comunidade bentônica nos diferentes pontos de estudo (variação espacial) e nos diferentes períodos (variação temporal) foi evidenciada através de análise de agrupamento (método UPGMA) e do método de escalonamento Multidimensional (MDS), utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis como medida de similaridade. Para a variação espacial foi utilizada a porcentagem de cobertura média dos táxons de cada mês (n = 10 por mês) em cada período (n = 6, três no período seco e três no período chuvoso) e em cada ponto de estudo (n = 4 pontos). Para a variação temporal foi utilizada a porcentagem de cobertura média dos táxons de cada ponto de estudo em cada período do ano, seco (n = 30) e chuvoso (n = 30). A confiabilidade do dendrograma foi avaliada pelo coeficiente de correlação cofenético, que segundo Valentin (2000) é aceitável acima do valor 0,8. A adequação da configuração das amostras no ordenamento MDS foi obtida através do valor de estresse, que abaixo de 0,15 proporciona uma boa representação espacial sem probabilidade real de má interpretação (Clarke & Warwick, 2001).

A análise SIMPER definiu a porcentagem de contribuição dos táxons mais abundantes dentro e entre os grupos evidenciados pela análise de agrupamento e MDS (Clarke & Warwick, 2001), para as coletas da comunidade macrobentônica.

Uma contribuição cumulativa de 80% foi aplicada como em Boaventura *et al.*, (2002).

Os parâmetros físico-químicos e nutrientes foram correlacionados à distribuição dos principais táxons (> 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) através da análise de correlação canônica – CCA. Esta análise permite relacionar os parâmetros físico-químicos e nutrientes com os dados bióticos (% de cobertura dos táxons). Esta medida de ordenação é considerada uma técnica multivariada poderosa muito útil para extrair gradientes ambientais de dados ecológicos (Ter Braak, 1986).

O teste t ($\alpha = 0,05$) foi utilizado para comparar os valores médios dos descritores ecológicos (riqueza, diversidade e dominância) entre os períodos seco e chuvoso (variação temporal) em cada ponto de estudo (PI, PMI, PME e PE). A abundância média dos táxons foi utilizada para calcular a similaridade entre as estações chuvosa (verão) e seca (inverno) em cada ponto através do Coeficiente de similaridade de Bray-Curtis.

4.4.3 Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória – Experimento 2

As placas de recrutamento na foz do canal da costa foram analisadas de maneira similar aos dados da comunidade macrobentônica ao longo do canal do porto. Em cada local (P1, P2, P3 e P4) durante doze meses (agosto de 2006 a julho de 2007), a comunidade incrustante foi avaliada quanto à composição, abundância, riqueza, diversidade de Brillouin e dominância de Simpson dos táxons presentes.

A similaridade da comunidade bentônica nos diferentes pontos foi evidenciada através de análise multivariada (análise de agrupamento - UPGMA e MDS), utilizando-se o coeficiente de Bray-Curtis como medida de similaridade.

Para essas análises foi utilizada a porcentagem de cobertura média dos táxons de cada mês (n = 4 placas por mês) em cada ponto de estudo (n = 4 pontos). A confiabilidade do dendrograma também foi avaliada pelo coeficiente de correlação cofenético, e a adequação da configuração das amostras no ordenamento MDS foi obtida através do valor de estresse.

A significância das diferenças entre os pontos de estudo P1, P2, P3 e P4, quanto aos parâmetros físico-químicos e nutrientes foi identificada através, da análise não paramétrica de *Kruskall Wallis*, seguida pelo teste de *Tukey* não paramétrico ($\alpha = 0,05$), a fim de identificar a origem da diferença entre os pontos (Zar, 1999), com os valores médios de 11 meses de coleta em cada ponto (não foi possível a obtenção de dados ambientais em março de 2007 devido a problemas com os equipamentos de medição).

Os parâmetros físico-químicos e nutrientes (valores médios) foram correlacionados à distribuição dos principais táxons (> 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) através da análise de correlação canônica – CCA, a fim de relacionar a influência os parâmetros físico-químicos e nutrientes sobre os recrus nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4).

5. Resultados

5.1 Precipitação pluviométrica – Experimento 1

A média da precipitação pluviométrica total nos meses de verão (Dezembro de 2005, Janeiro e Fevereiro de 2006) foi de 106,6 mm de chuva. Dezembro de 2005 apresentou a maior precipitação (272 mm) enquanto Fevereiro apresentou a menor (14 mm). Os meses de inverno (Junho, Julho e Agosto de 2006) apresentaram uma média de precipitação total de 54 mm de chuva. Nesse período, Julho apresentou a maior precipitação total (75 mm) enquanto Agosto foi o mês mais seco (22 mm).

A média da precipitação pluviométrica total no verão (105 mm) e inverno (54 mm) durante o período de estudo foi menor que os valores médios entre os períodos de 1977 e 2000, 112 mm e 57 mm (verão e inverno respectivamente) (Fig. 7).

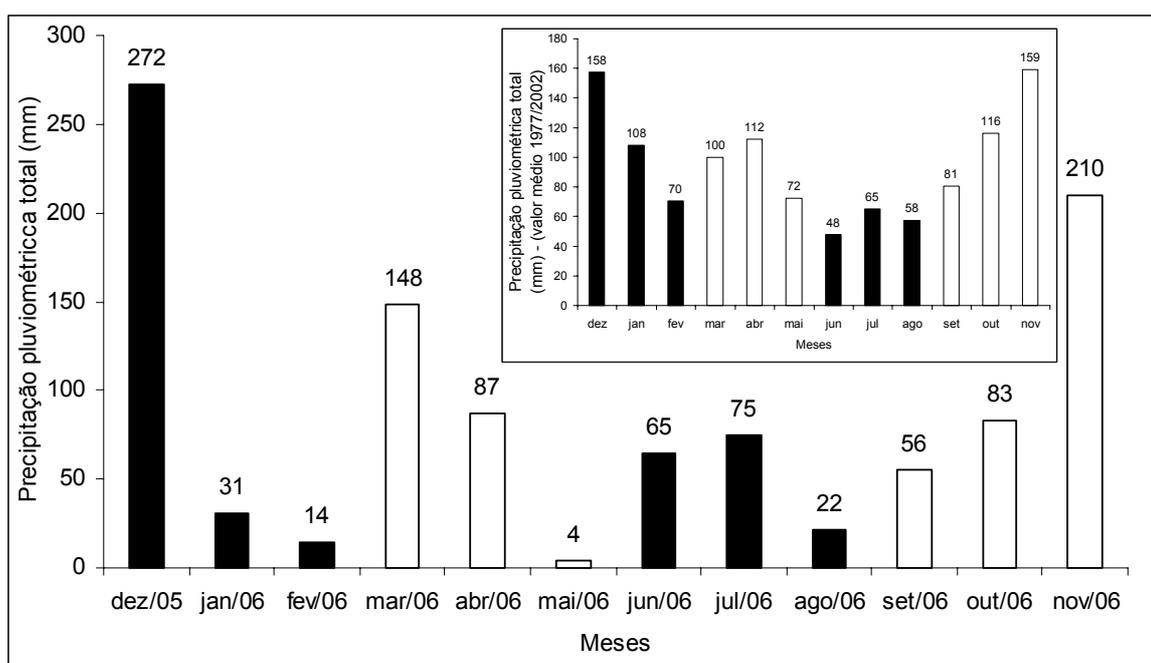


Figura 7. Precipitação pluviométrica total entre os meses de Dezembro de 2005 e Novembro de 2006. As barras negras evidenciam os meses da estação chuvosa (verão) e seca (inverno). Detalhe da precipitação pluviométrica média total (valores mensais) entre os anos de 1977 e 2002.

5.2 Período Chuvoso - Verão 2006

5.2.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes

O pH variou entre 7,2 e 7,4, com os maiores valores médios nos pontos internos e as maiores variações nos pontos externos (Fig. 8a). A salinidade apresentou uma tendência crescente (22 PSU a 28 PSU) em direção ao ponto

mais externo (Fig. 8b). Estes dois valores não apresentaram diferença significativas (NS) entre os pontos durante as coletas na estação chuvosa (verão).

Os valores de temperatura foram significativamente superiores nos pontos PI (26,4°C), PMI (24,2°C) e PME (23,9°C) (Fig. 8c). Os pontos PI e PMI apresentaram os mesmos valores de transparência da água (1,1 m) e significativamente inferiores quando comparados aos demais pontos (Fig. 8d). O oxigênio dissolvido apresentou valores crescentes em direção ao ponto mais externo (variando de 5,5 mg/l a 7,5 mg/l), com o ponto PE significativamente destacado dos demais (Fig. 8e).

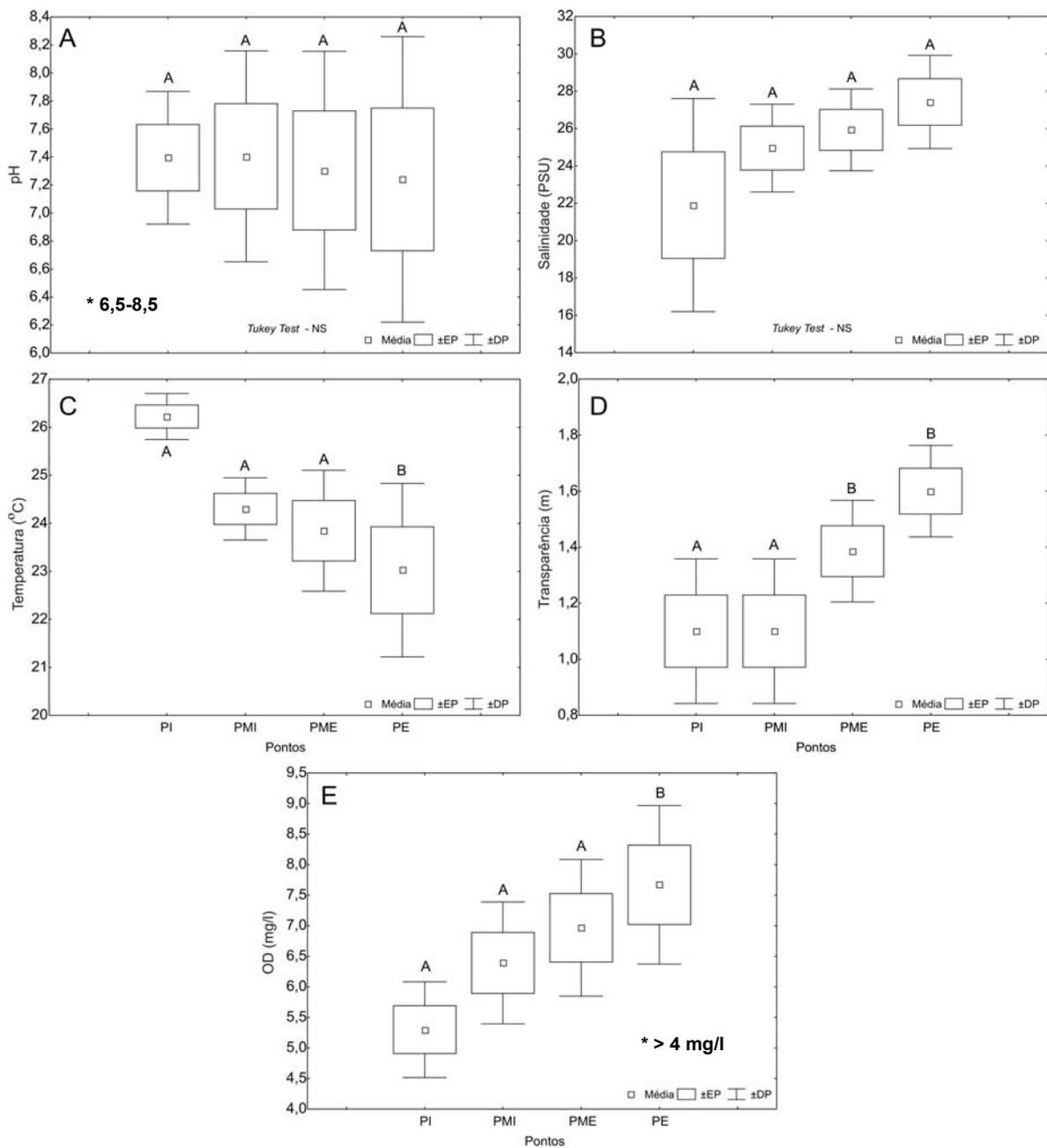


Figura 8. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) monitorados nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). * Em destaque, valores máximos de referência (CONAMA 357/2005).

Os nutrientes fosfatados não diferiram significativamente entre os pontos. Os valores médios de fósforo e ortofosfatos variaram entre 0,08 mg/l e 0,21 mg/l e 0,01 mg/l e 0,03 mg/l, com valores superiores nos pontos mais externos (Fig. 9a, 9b). Os valores médios de nitrogênio amoniacal variaram entre 0,05 mg/l e 0,10 mg/l, sem qualquer tendência em relação aos pontos (Fig. 9c). Os parâmetros de nitrito, nitrato e nitrogênio total apresentaram valores médios decrescentes em direção ao ponto mais externo do canal (Fig 9d, 9e, 9f), significativamente inferiores em PE para nitrato e nitrogênio total (4,87 mg/l e 5,37 mg/l, respectivamente).

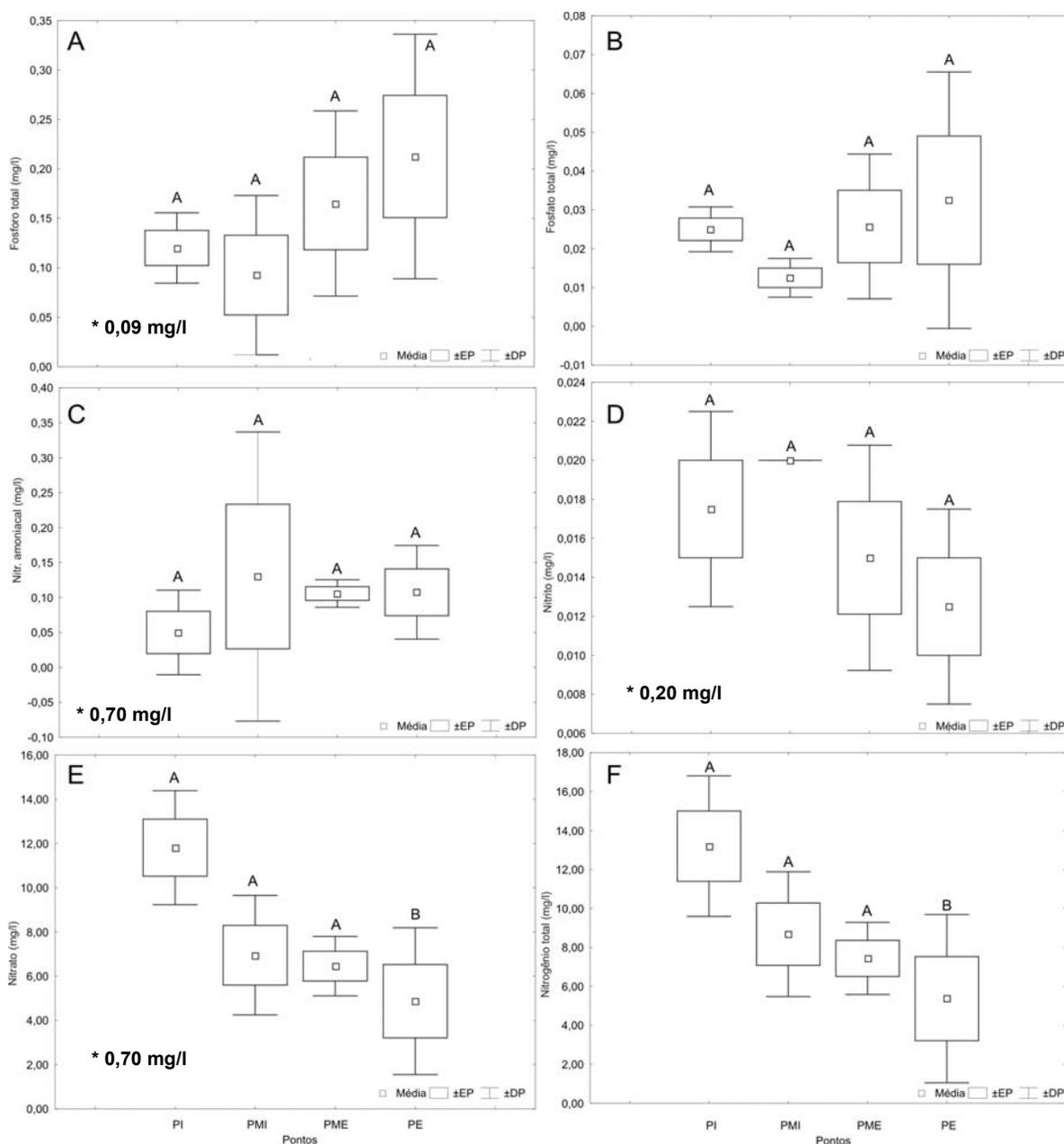


Figura 9. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos nutrientes (fósforo total, ortofosfatos, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio total) nos quatro pontos de estudo (PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). * Em destaque, valores máximos de referência (CONAMA 357/2005).

5.2.2 Comunidade macrobentônica no canal do porto

5.2.2.1. Composição taxonômica

Um total de 27 táxons pertencentes aos grupos Porifera, Cnidaria, Annelida, Bryozoa, Cirripedia, Echinodermata e Tunicata foram registrados nos

quatro pontos de estudo (Tabela 1). Além destes, foi registrada uma grande porcentagem de cobertura de material sedimentar (nesse estudo referido como sedimento) sobre os organismos e aglomerados de hidrozoários da família Bougainvillidae e briozoários arborescentes da família Bugulidae. Estes agregados de silte/argila formam uma espessura de aproximadamente 4 cm de altura sobre o substrato rochoso. Este agregado foi denominado “tufo” devido à dificuldade de separação para identificação. Os táxons mais abundantes (> 5% de cobertura em pelo menos um ponto de estudo) foram *Carijoa riisei* (Anthozoa), *Octocorallia* (Anthozoa), *Sertularia distans* (Hydrozoa), *Sertularia marginata* (Hydrozoa), *Tedania ignis* (Porifera) e *Hymeniacidon heliophila* (Porifera). Nos pontos PI e PMI, o “tufo” apresentou uma cobertura superior a 60%, enquanto nos pontos PME e PE, o sedimento recobriu mais de 55% do substrato.

Apenas *Carijoa riisei* (Anthozoa) esteve presente em todos os pontos de coleta. O ponto PME apresentou a maior riqueza total (N = 15 táxons) enquanto no Ponto PE apresentou o menor número total de táxons presentes (N = 10 táxons) (Tabela 1). Como táxons exclusivos registrou-se no PI – *Astrangia* sp (Anthozoa), *Demospongiae* sp1 (Porifera), *Cliona dioryssa*, (Urochordata), PMI – *Diphasia* sp (Hydrozoa); PME - *Clathrina aurea* (Porifera), *Mycale angulosa* (Porifera), *Megabalanus tintinabulum* (Cirripedia), *Echinaster brasiliensis* (Echinoidea), *Lytechinus variegatus* (Echinoidea), *Distaplia* sp (Urochordata); PE – *Sertularia distans* (Hydrozoa), *Schizoporella unicorni* (Bryozoa) e *Scrupocellaria cornigera* (Bryozoa).

Tabela 1. Valores médios da porcentagem de cobertura \pm desvio padrão dos táxons registrados (além do tufo e sedimento) nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) (n = 30) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de verão de 2006 (período chuvoso). Classificação baseada em IEMA (2008)

Táxons	Pontos			
	PI	PMI	PME	PE
PORIFERA				
Demospongiae sp1	0,67 \pm 1,61	--	--	--
<i>Clathrina aurea</i> (Solé-Cava, Klautau, Boury-Esnault, Borojevic & Thorpe, 1991)	--	--	2,22 \pm 3,95	--
<i>Cliona dioryssa</i> (Laubenfels, 1950)	1,11 \pm 3,43	--	--	--
<i>Hymeniacion heliophila</i> (Parker, 1910)	3,67 \pm 7,94	16,78 \pm 20,09	1,00 \pm 2,50	--
<i>Mycale angulosa</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	--	--	--	2,67 \pm 4,14
<i>Tedania ignis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	15,89 \pm 20,71	13,56 \pm 14,17	--	--
CNIDARIA				
<i>Astrangia</i> sp	0,56 \pm 1,77	--	--	--
<i>Carijoa riisei</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	1,22 \pm 2,55	0,33 \pm 1,34	2,40 \pm 4,71	14,89 \pm 13,06
<i>Dynamena disticha</i> (Bosc, 1802)	--	--	3,44 \pm 6,28	5,22 \pm 5,79
<i>Diphasia</i> sp	6,22 \pm 8,06	1,22 \pm 4,67	0,33 \pm 1,34	--
Gorgoniidae	1,89 \pm 4,08	--	--	--
<i>Lophogorgia</i> sp	--	1,56 \pm 4,53	--	--
<i>Sertularia distans</i> (Lamoroux, 1816)	--	--	--	6,67 \pm 10,83
<i>Sertularia marginata</i> (Kirchenpauer, 1864)	--	--	5,11 \pm 7,52	2,22 \pm 5,05
BRYOZOA				
<i>Schizoporella unicornis</i> (Hincks, 1877)	--	--	--	0,33 \pm 1,83
<i>Scrupocellaria cornigera</i> (Pourtales, 1863)	--	--	--	3,56 \pm 5,10
ANELLIDA – POLYCHAETA				
<i>Megalloma</i> sp	0,56 \pm 1,54	--	0,67 \pm 1,36	--
ARTHROPODA – CRUSTACEA - Cirripedia				
<i>Megabalanus tintinnabulum</i> (Linnaeus, 1758)	--	0,78 \pm 1,68	--	--
ECHINODERMATA - ECHINOIDEA				
<i>Echinaster brasiliensis</i> (Uller & Troschel, 1880)	--	--	1,00 \pm 1,55	3,22 \pm 4,24
<i>Lytechinus variegatus</i> (Leske, 1778)	--	--	2,11 \pm 2,70	--
<i>Tropiometra carinata</i> (Lamarck, 1816)	--	--	1,56 \pm 2,43	--
CHORDATA – UROCHORDATA - Tunicata				
<i>Clavelina oblonga</i> (Herdman, 1880)	0,44 \pm 1,15	1,00 \pm 2,34	--	--
<i>Didemnum rodriguense</i> (Rocha e Monniot, 1993)	0,44 \pm 1,69	1,56 \pm 3,58	4,22 \pm 5,46	4,22 \pm 5,93
<i>Distaplia</i> sp	--	--	1,00 \pm 2,17	--
<i>Lissoclinum fragile</i> (Van name, 1902)	--	2,33 \pm 3,05	1,44 \pm 2,09	1,11 \pm 1,82
<i>Polysyncraton amethysteum</i> (Van Name, 1902)	--	0,56 \pm 1,77	1,56 \pm 2,43	--
<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	--	0,33 \pm 1,02	0,89 \pm 1,74	--
Outros				
Sedimento	4,78 \pm 9,89	--	71,00 \pm 9,02	55,89 \pm 17,72
"Tufo"*	62,56 \pm 18,10	60,00 \pm 22,30	--	--
Número total de táxons	12	12	15	10

* Neste trabalho, o tufo foi considerado como táxon pois ocupa o substrato, "competindo" pelo espaço com as demais espécies bentônicas.

5.2.2.2. Estrutura de comunidade

A riqueza média foi significativamente superior nos pontos PME e PE (4 táxons) (Fig. 10a) com tendência crescente desde os pontos internos (PI, PMI) (dois táxons) em direção aos externos (PME, PE). A diversidade de Brillouin, embora com tendência similar à riqueza (menores valores nos pontos internos e maiores valores nos pontos externos), apresentou valor médio significativamente superior ($P > 0,05$) no ponto PE ($H = 1,05$) (Fig. 10b). A dominância foi inversa a diversidade, com valores médios significativamente superiores nos pontos PI, PMI e PME (0,52, 0,52 e 0,53 respectivamente) (Fig. 10c).

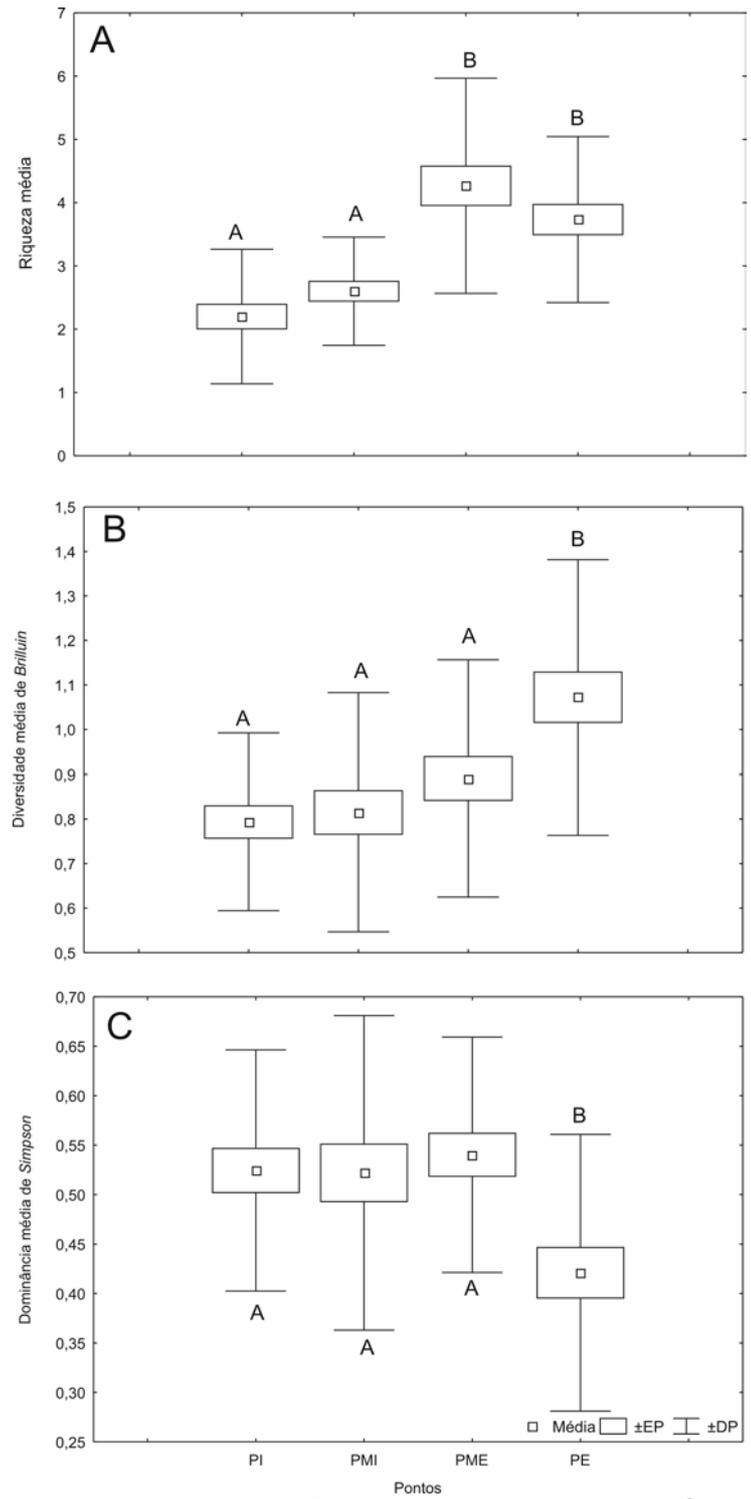


Figura 10. Riqueza, diversidade de *Brillouin* e dominância de *Simpson* dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória nos meses de verão de 2006 (período chuvoso). Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de 30 amostras: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* ($p < 0,05$).

5.2.2.3. Análise comparativa dos dados bióticos

As análises de similaridade (Agrupamento e MDS) evidenciaram a formação de dois grupos com 40% de similaridade (Fig. 11). Os pontos PI e PMI reunidos no grupo I foram influenciados pela grande cobertura de “tufo” e os pontos PME e PE reunidos no grupo II foram caracterizados pela elevada cobertura de sedimento. O valor do coeficiente de correlação cofenético de 0,90 foi maior do que o aceitável ($r = 0,80$), refletindo a confiabilidade do dendrograma. A separação dos pontos de amostragem na análise de ordenação MDS correspondeu ao padrão gerado pela análise de agrupamento (Fig. 12). O valor do estresse para a configuração bidimensional do MDS de 0,06 foi relativamente baixo, indicando que as similaridades estão adequadamente representadas pelas distâncias no plano, o que denota uma boa representação gráfica.

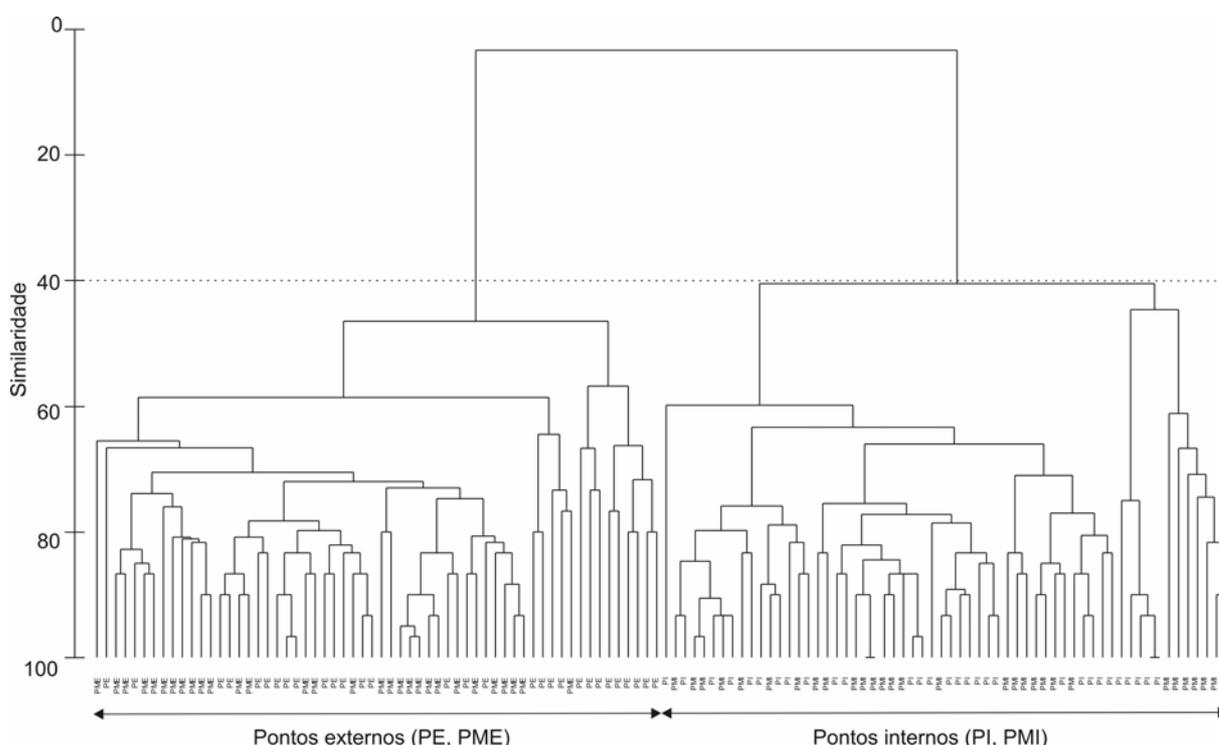


Figura 11. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de porcentagem de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nas amostragens de verão (período chuvoso) de 2006.

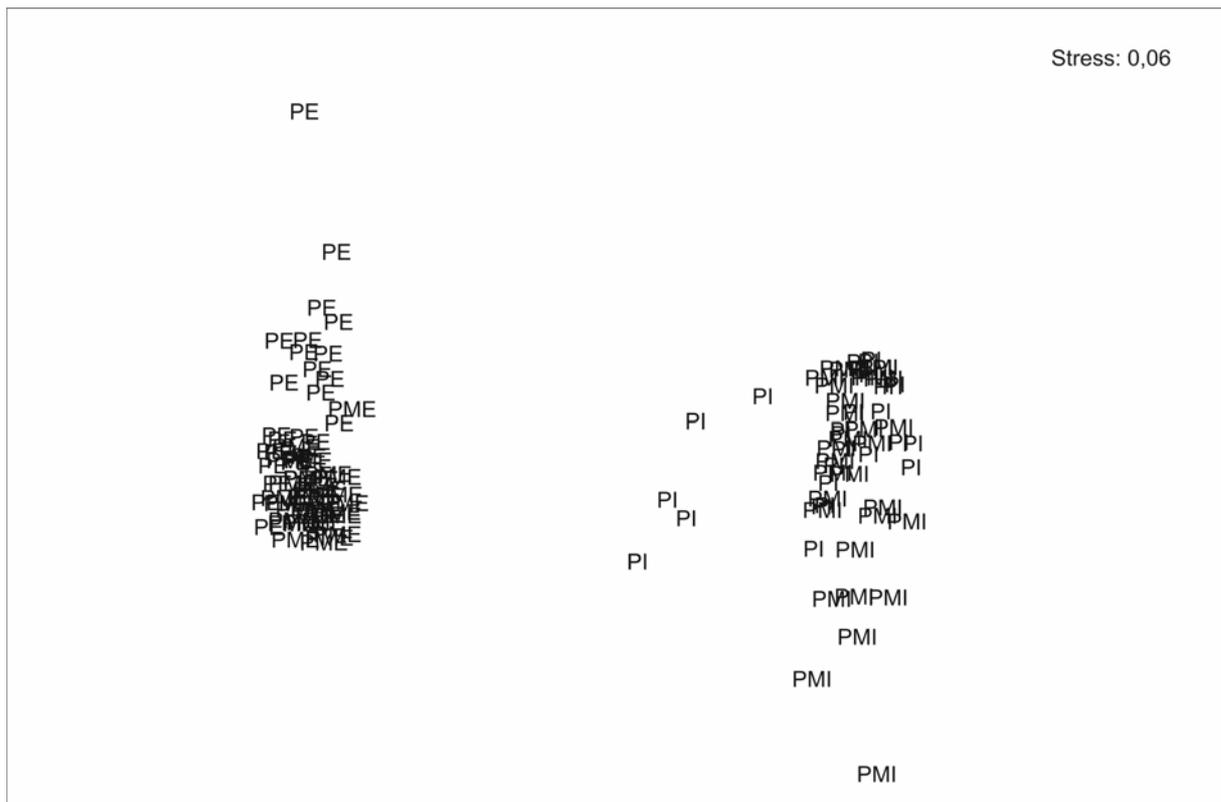


Figura 12. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes em trinta amostras em cada ponto de estudo ao longo do Porto de Vitória presentes nas amostragens de verão de 2006 (período chuvoso): PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo).

A análise SIMPER definiu as espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro e entre os grupos formados na análise de agrupamento (Tabela 2). Os pontos mais internos PI e PMI (reunidos no grupo I) apresentaram similaridade média de 59%, sendo os principais contribuidores “tufo” e a esponja *T. ignis*, responsáveis por 90% da similaridade acumulativa. Os pontos mais externos PE e PME (reunidos no grupo II) revelaram uma similaridade média superior ao grupo I, com 64%. Os responsáveis por mais de 90% da similaridade dentro deste grupo foram sedimento e o octocoral *C. riisei*. A dissimilaridade entre os pontos internos e os externos foi aproximadamente 97%, sendo os principais responsáveis contribuidores “tufo” (31,7%), sedimento (31,6%), *T. ignis* (7,6%), *Hymeniacidon heliophila* (5,4%) e *C. riisei* (4,5%) (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de SIMPER com a contribuição percentual dos táxons para a similaridade dentro dos grupos e para a dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de agrupamento dos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) – Verão 2006 (período chuvoso).

Similaridade dentro dos pontos de estudo		Internos (PI + PMI)	Externos (PME + PE)
		59,24%	64,07%
Contribuição dos táxons mais abundantes para a similaridade entre os pontos			
	“Tufo”	84,3%	--
	<i>Tedania ignis</i>	9,0%	--
	Sedimento	--	85,8%
	<i>Carijoa riisei</i>	--	4,5%
Dissimilaridade entre os pontos de estudo	Interno vs Externo		96,7%
Contribuição dos táxons mais abundantes para a dissimilaridade entre os pontos			
	“Tufo”		31,7%
	Sedimento		31,6%
	<i>Tedania ignis</i>		7,6%
	<i>Hymeniacion heliophila</i>		5,4%
	<i>Carijoa riisei</i>		4,5%

5.2.2.4. Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos

A análise de correlação canônica corrobora a formação de dois grupos, indicando um gradiente de fora para dentro do canal do Porto de Vitória. O eixo 1 revela 75% de poder de explicação da distribuição (Fig. 13), caracterizando duas massas de água distintas, uma com características mais estuarinas (pontos PI e PMI) e outra mais costeiras (PE e PME). Os táxons abundantes dos pontos mais internos PMI e PI “tufo”, *T. ignis*, *H. heliophila* e Gorgoniidae estiveram associados aos maiores valores de pH, temperatura, nitrito, nitrato e nitrogênio total. Nos pontos mais externos (PME e PE), os organismos mais característicos como *Didemnum rodriguesi*, *Dynamena disticha*, *S. distans*, *S. marginata* e *C. riisei* estiveram associados a águas com características mais costeiras com valores mais elevados de salinidade, transparência, oxigênio dissolvido e maior abundância de sedimento cobrindo os organismos bentônicos. Além disso, os teores de fósforo total e ortofosfatos foram superiores nestes pontos mais

externos, indicando diferenças no aporte dos nutrientes nitrogenados e fosfatados ao longo do canal.

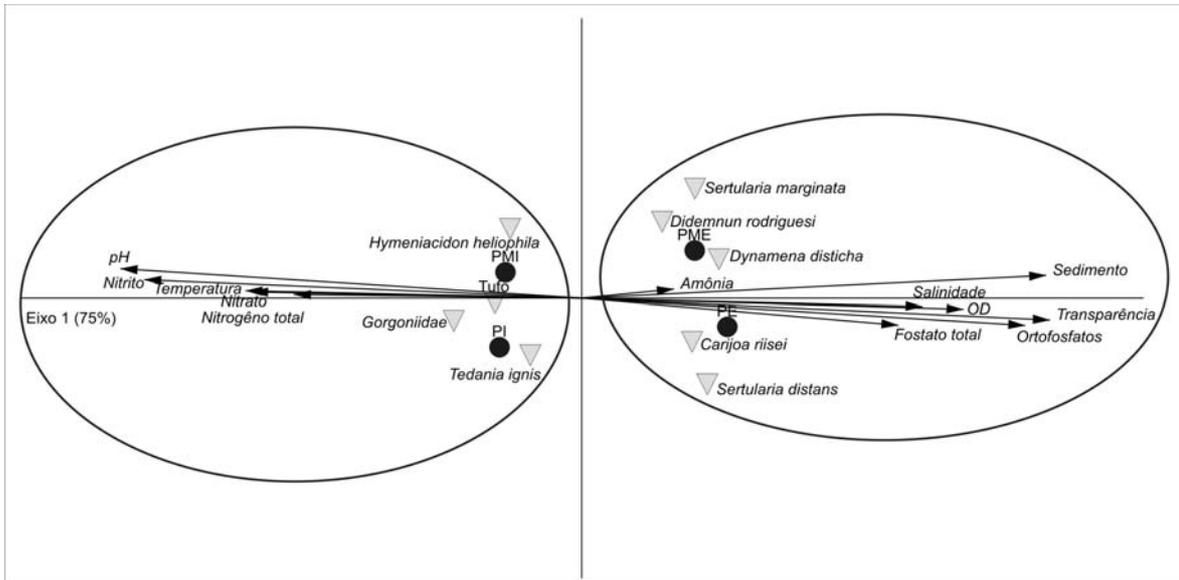


Figura 13. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem média de cobertura dos táxons mais abundantes > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e % de cobertura de sedimento) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de verão de 2006 (período chuvoso).

5.3 Período Seco - Inverno 2006

5.3.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes

Os valores médios de pH variaram entre 7,5 (PI) e 7,95 (PE), este último apresentando valor médio significativamente mais elevado que os demais pontos (Fig. 14a). A salinidade apresentou uma tendência crescente (26 PSU a 34 PSU) em direção ao ponto mais externo (Fig. 14b). Além disso, esta apresentou três grupos homogêneos de valores (PI, PMI-PME e PE) significativamente diferentes entre si (Fig. 14b). A temperatura média da água foi significativamente superior no PI (24°C). Entre os pontos PMI, PME e PE não houve diferença significativa de temperatura (Fig.14c). Os valores médios de transparência da água (entre 0,9m e 1,0m) e OD (aproximadamente 4,3 mg/l) não apresentaram diferenças entre os pontos. Ambos apresentaram as maiores variações no PMI (Figs. 14d e 14e).

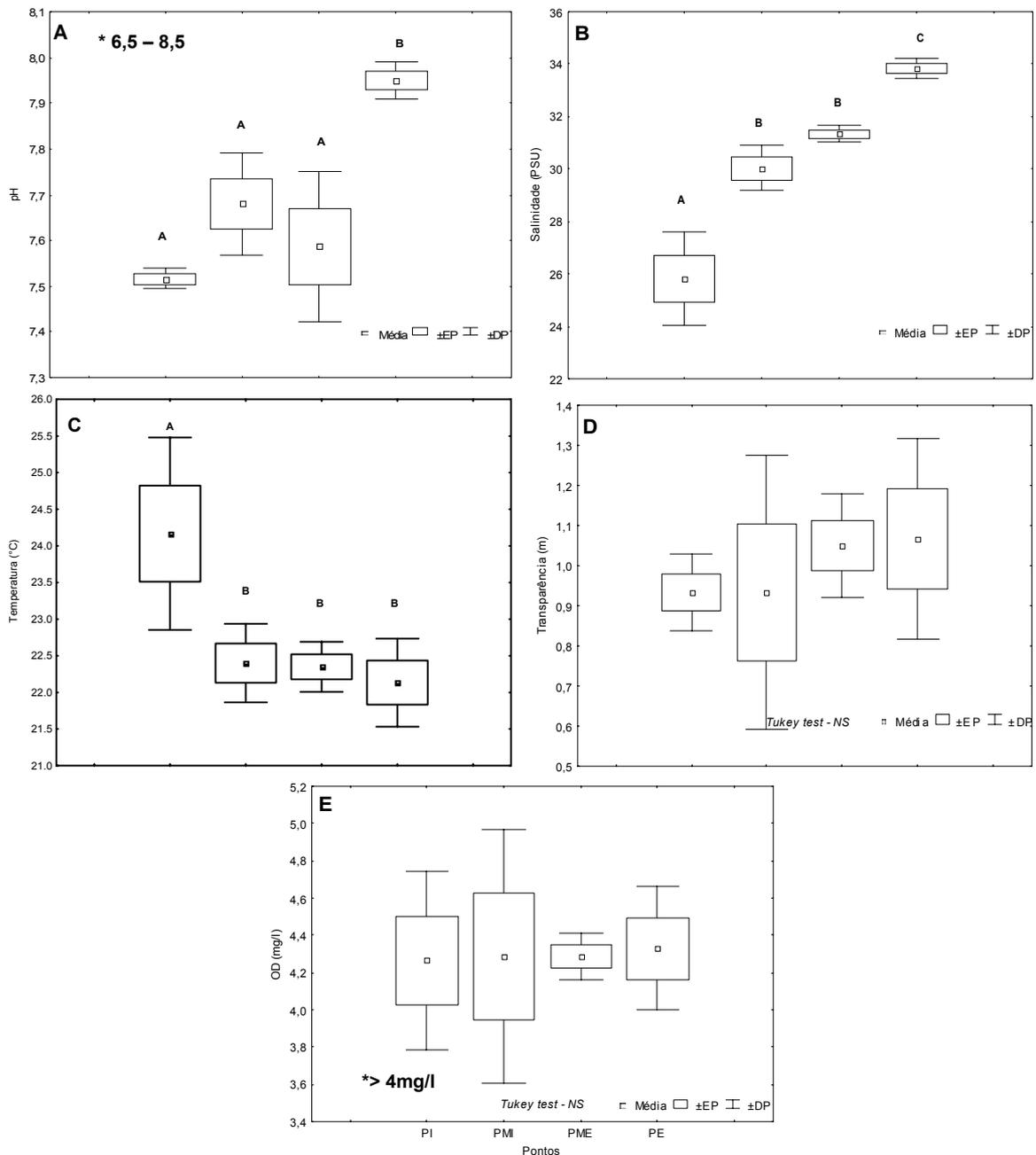


Figura 14. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos parâmetros físico-químicos (pH, salinidade, temperatura, transparência e oxigênio dissolvido) monitorados nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno de 2006 (período seco). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). * Em destaque, valores máximos de referência (CONAMA 357/2005).

Os nutrientes fosfatados não diferiram significativamente entre os pontos. Os valores médios de fósforo e ortofosfatos foram mais elevados no PI (0,05 mg/l e 0,038 mg/l respectivamente). Nesse ponto ambos apresentaram maiores variações no valor médio (Figs. 15a e 15b). A nitrogênio amoniacal apresentou

tendência crescente na sua concentração entre o ambiente interno e externo do canal com valor mínimo de 0,3 mg/l (PI) e máximos de 0,48 mg/l (PMI e PE) (Fig. 15c). O nitrato foi mais elevado no PMI (0,018 mg/l) sem qualquer tendência em relação aos pontos (Fig. 15d). Apenas para nitrito foram detectadas diferenças significativas nas concentrações médias entre os pontos, formando três grupos homogêneos de valores (PI-PMI, PME, PE) com valores mais elevados nos pontos internos (0,32 mg/l e 0,34 mg/l respectivamente) (Fig. 15e). O nitrogênio total foi mais elevado no PMI 0,87 mg/l sem diferença significativa entre os pontos (Fig. 15f).

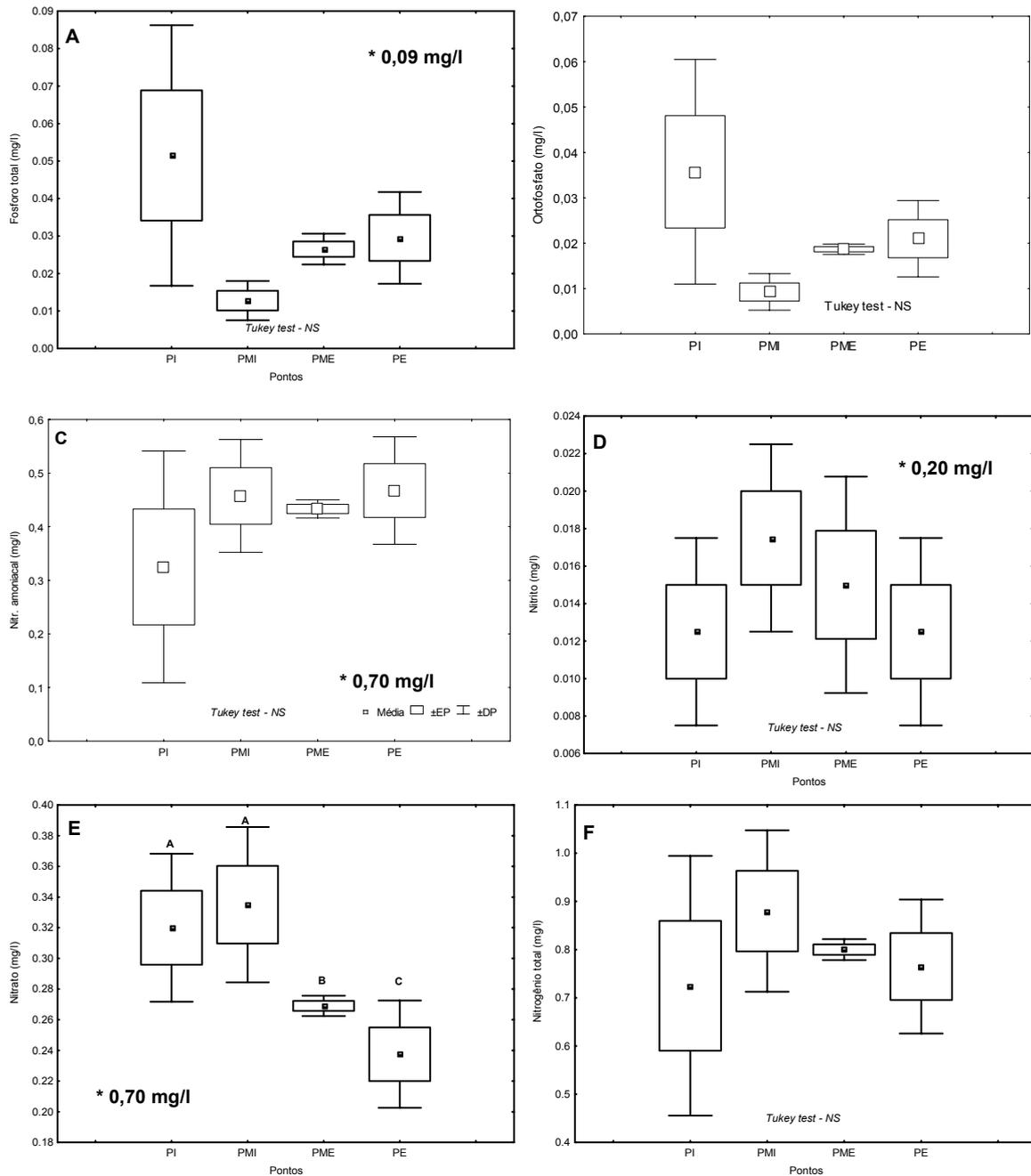


Figura 15. Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de seis amostras dos nutrientes (fósforo total, ortofosfatos, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio total) nos quatro pontos de estudo (PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno (período seco). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* não paramétrico ($p < 0,05$). * Em destaque, valores máximos de referência (CONAMA 357/2005).

5.3.2 Comunidade macrobentônica no canal do porto

5.3.2.1. Composição taxonômica

As coletas de inverno registraram um total de 25 táxons pertencentes aos grupos Porifera, Cnidaria, Annelida, Bryozoa, Cirripedia, Echinodermata, Tunicata e Chlorophyta (Tabela 3). Assim como nas amostras de verão foi registrada grande porcentagem de cobertura de tufo e sedimento. Os táxons mais abundantes (> 5% de cobertura em pelo menos um ponto de estudo) foram *Hymeniacion heliophora* (Porifera), *Lophogorgia sp*, *Sertularia marginata* (Hydrozoa), *Tropiometra carinata* (Crinoidea), *Didemnum rodriguesi* e *Lissoclinum fragile* (Tunicata). Nos pontos PI e PMI, o “tufo” apresentou uma cobertura superior a 73%. Nos pontos externos (PME e PE) o sedimento foi superior a 65%. *Sertularia marginata* (Hydrozoa), *Lissoclinum fragile* e *Polysyncraton amethysteum* (Tunicata) foram registradas em todos os pontos.

Do total de 25 táxons registrados, os pontos PI e PE apresentaram a menor riqueza (n = 13). O ponto PME apresentou o maior número de táxons (n = 15). Como táxons exclusivos registrou-se no PI – *Astrangia sp* (Anthozoa); PME – *Echinaster brasiliensis*, *Lytechinus variegatus* (Echinoidea) *Distaplia sp* (Urochordata) e *Ulva fasciata* (Chlorophyta); PE – *Mycale laxissima* (Porifera).

Tabela 3. Valores médios da porcentagem de cobertura \pm desvio padrão dos táxons registrados (além do tufo e sedimento) nos quatro pontos de estudo PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) (n = 30) ao longo do Porto de Vitória, durante os meses de inverno de 2006 (período seco). Classificação baseada em (IEMA, 2008).

Táxons	Pontos			
	PI	PMI	PME	PE
PORIFERA				
<i>Cliona dioryssa</i> (Laubenfels, 1950)	2,0 \pm 4,6	2,4 \pm 5,9	--	--
<i>Hymeniacion heliophila</i> (Parker, 1910)	5,8 \pm 7,9	5,1 \pm 7,2	--	--
<i>Mycale angulosa</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	--	0,1 \pm 0,6	--	3,3 \pm 4,7
<i>Mycale laxissima</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	--	--	--	0,7 \pm 2,0
CNIDARIA				
<i>Astrangia</i> sp	1,2 \pm 3,2	--	--	--
<i>Carijoa riisei</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	0,6 \pm 2,0	0,3 \pm 1,8	--	3,1 \pm 4,7
<i>Dynamena disticha</i> (Bosc, 1802)	0,3 \pm 1,8	--	--	0,2 \pm 1,2
<i>Lophogorgia</i> sp	4,0 \pm 7,9	2,8 \pm 4,1	1,4 \pm 3,1	--
<i>Sertularia marginata</i> (Kirchenpauer, 1864)	0,4 \pm 1,7	2,3 \pm 4,8	6,9 \pm 8,5	3,7 \pm 6,9
BRYOZOA				
<i>Bugula neritina</i> (Lineaus, 1758)	--	--	0,9 \pm 3,4	0,9 \pm 3,4
<i>Scrupocellaria cornigera</i> (Pourtales, 1863)	--	--	--	0,6 \pm 2,2
<i>Schizoporella unicornis</i> (Hincks, 1877)	--	--	0,4 \pm 2,4	1,0 \pm 2,5
ANNELIDA – POLYCHAETA				
<i>Megalloma</i> sp	0,7 \pm 2,2	0,6 \pm 1,3	0,6 \pm 1,8	--
ARTHROPODA – CRUSTACEA - Cirripedia				
<i>Megabalanus tintinnabulum</i> (Linnaeus, 1758)	0,1 \pm 0,6	1,0 \pm 3,1	0,6 \pm 1,8	--
ECHINODERMATA - ECHINOIDEA				
<i>Echinaster brasiliensis</i> (Uller & Troschel, 1880)	--	--	1,4 \pm 2,9	--
<i>Lytechinus variegatus</i> (Leske, 1778)	--	--	0,3 \pm 1,0	--
<i>Tropiometra carinata</i> (Lamarck, 1816)	--	0,6 \pm 1,5	4,3 \pm 4,5	14,2 \pm 11,7
CHORDATA – UROCHORDATA - Tunicata				
<i>Botryllus niger</i> (Herdman, 1886)	0,3 \pm 1,8	--	0,4 \pm 1,7	--
<i>Clavelina oblonga</i> (Herdman, 1880)	2,7 \pm 5,6	0,9 \pm 2,3	--	--
<i>Didemnun rodriguense</i> (Rocha e Monniot, 1993)	--	0,1 \pm 0,6	6,7 \pm 5,3	5,4 \pm 4,5
<i>Distaplia</i> sp	--	--	1,0 \pm 3,4	--
<i>Lissoclinum fragile</i> (Van name, 1902)	3,0 \pm 4,0	5,1 \pm 4,6	2,1 \pm 3,1	1,7 \pm 2,4
<i>Polysyncraton amethysteum</i> (Van Name, 1902)	0,1 \pm 0,6	1,8 \pm 4,0	1,4 \pm 3,8	0,3 \pm 1,8
<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	--	3,3 \pm 6,4	2,9 \pm 6,1	0,2 \pm 0,8
CHLOROPHYTA				
<i>Ulva fasciata</i> (Delile, 1813)	--	--	1,8 \pm 3,4	--
OUTROS				
Sedimento	--	--	67,7 \pm 11,3	64,7 \pm 13,3
“Tufo”	78,8 \pm 9,4	73,6 \pm 11,7	--	--
Número total de táxons	13	14	15	13

5.3.2.2. Estrutura de comunidade

A riqueza média foi significativamente superior nos pontos PME e PE, com quatro táxons (Fig. 16a). A diversidade de Brillouin apresentou tendência similar à riqueza com valores médios superiores nos pontos PME e PE ($H = 0,9$) (Fig. 16b). A dominância foi inversa á diversidade, com valores médios significativamente superiores nos pontos internos PI e PMI (Fig. 16c).

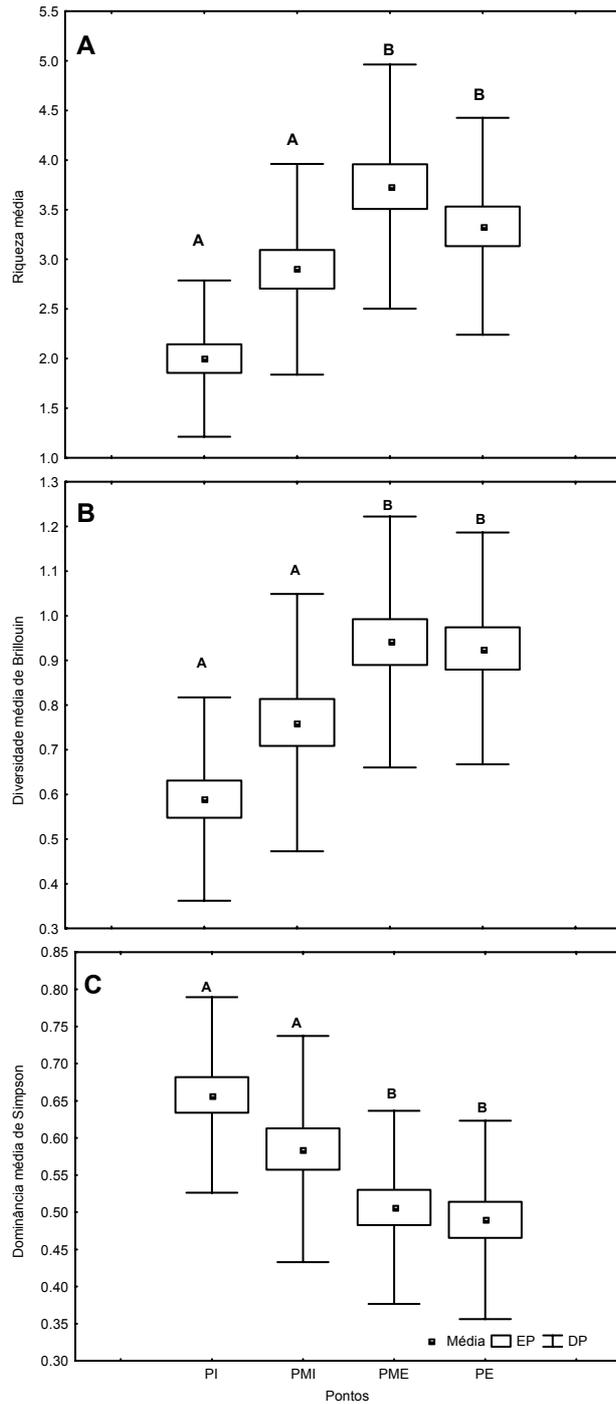


Figura 16. Riqueza, diversidade de *Brillouin* e dominância de *Simpson* dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória nos meses de inverno de 2006 (período seco). Valores médios (média), erro (EP) e desvio padrão (DP) de 30 amostras: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo). As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de *Tukey* ($p < 0,05$).

5.3.2.3. Análise comparativa dos dados bióticos

Assim como nas amostragens de verão, as análises de similaridade (Agrupamento e MDS) evidenciaram a formação de dois grupos entre os quatro locais estudados. No entanto o inverno apresentou maior similaridade entre os grupos (58%) que o verão (40%) (Fig. 17).

Os pontos PI e PMI reunidos no grupo I foram influenciados pela grande cobertura de “tufo” e os pontos PME e PE reunidos no grupo II foram caracterizados pela elevada cobertura de sedimento. O valor do coeficiente de correlação cofenético de 0,90 foi maior do que o aceitável ($r = 0,83$), refletindo a confiabilidade do dendrograma. A separação dos pontos de amostragem na análise de ordenação MDS correspondeu ao padrão gerado pela análise de agrupamento (Fig. 18). Além disso, percebe-se pela distribuição das amostras no MDS a maior similaridade entre estas. O valor do estresse para a configuração bidimensional do MDS de 0,01 foi baixo, indicando que as similaridades estão adequadamente representadas pelas distâncias no plano, o que denota uma boa representação gráfica.

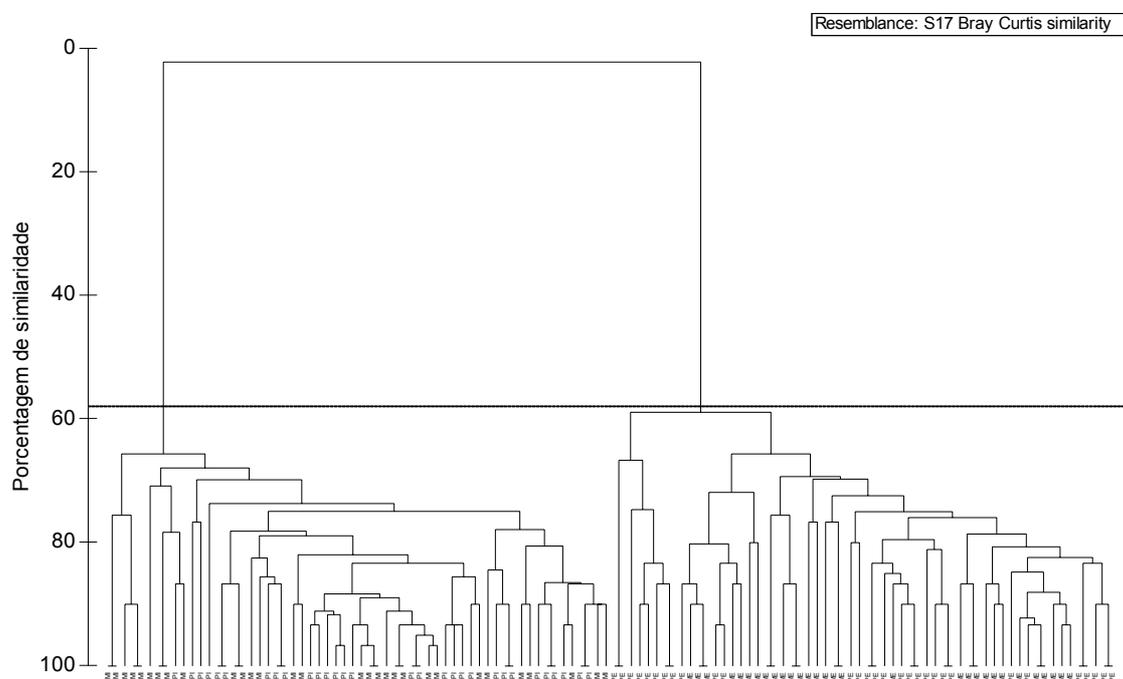


Figura 17. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de porcentagem de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória nas amostragens de inverno de 2006 (período seco).



Figura 18. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes em trinta amostras em cada ponto de estudo ao longo do Porto de Vitória presentes nas amostragens de inverno de 2006 (período seco): PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo).

A análise SIMPER definiu as espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro e entre os grupos formados na análise de agrupamento (Tabela 4). Os pontos mais internos PI e PMI (reunidos no grupo I) apresentaram similaridade média de 75%. O tufo contribuiu com 93% dessa similaridade entre os pontos internos. Os pontos externos PE e PME (reunidos no grupo II) apresentaram uma similaridade média inferior ao grupo I, com 69%. Os responsáveis por mais de 90% da similaridade dentro deste grupo foram sedimento (85%) e o crinóide *T. carinata* (6%).

A dissimilaridade entre os pontos internos e os externos foi de 97,8% (aproximadamente 1% de diferença entre a dissimilaridade dos mesmos pontos entre o inverno e o verão). Além do tufo (com 39% de contribuição) e sedimento (34%) as demais espécies responsáveis por aproximadamente 80% de dissimilaridade entre os locais internos e externos foram *T. carinata* (4,7%) e *D. rodriguesi* (3%) (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de SIMPER com a contribuição percentual dos táxons para a similaridade dentro dos grupos e para a dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de agrupamento dos quatro pontos de estudo ao longo do Porto de Vitória: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) – Inverno 2006 (período seco).

Similaridade dentro dos pontos de estudo		Internos (PI + PMI)	Externos (PME + PE)
		75%	69%
Contribuição dos táxons mais abundantes para a similaridade entre os pontos	“Tufo”	93%	--
	Sedimento	--	85%
	<i>Tropiometra carinata</i>	--	6%
Dissimilaridade entre os pontos de estudo	Interno vs Externo		97,8%
Contribuição dos táxons mais abundantes para a dissimilaridade entre os pontos	“Tufo”		39%
	Sedimento		34%
	<i>Tropiometra carinata</i>		4,7%
	<i>Didemnun rodriguese</i>		3%

5.3.2.4. Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos

A análise de correlação canônica corrobora a formação de dois grupos. O eixo 1 apresenta 84% de poder de explicação da distribuição (Fig. 19). Apesar das espécies não apresentarem grande relação com os fatores abióticos, estes se distribuem de maneira distinta ao longo do canal. Os pontos internos mais influenciados pelos nutrientes (águas continentais) e os pontos externos pelas águas costeiras (ricas em OD, mais frias e transparentes) com predominância de *U. fasciata*, *S. marginata*, *D. rodriguese* e *T. carinata*.

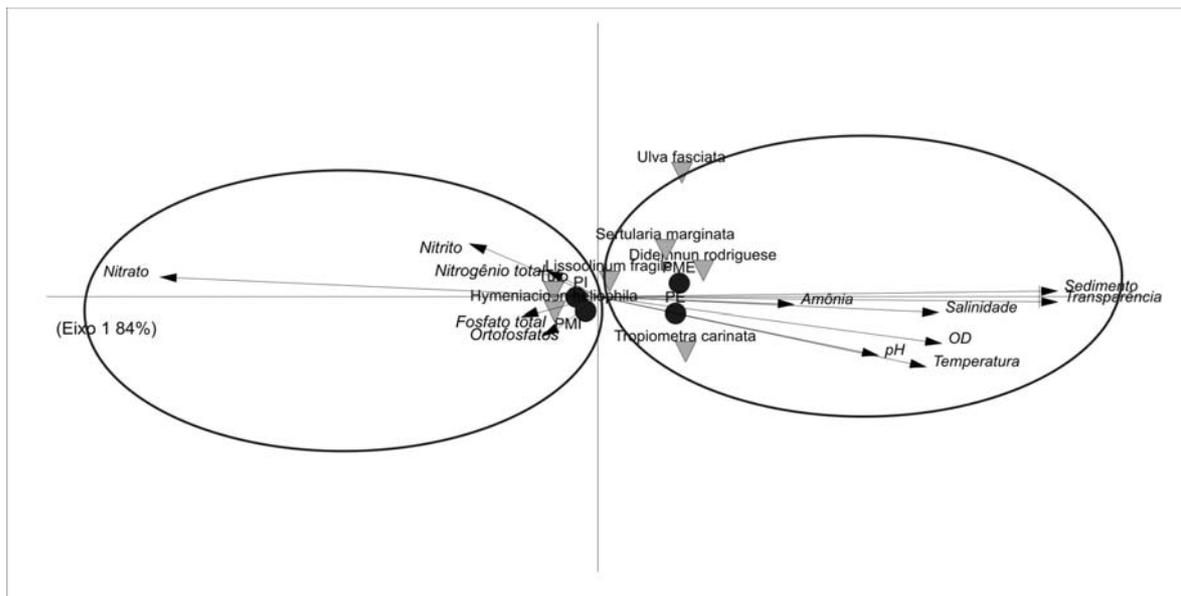


Figura 19. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem média de cobertura dos táxons mais abundantes > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e % de cobertura de sedimento) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória durante os meses de inverno de 2006.

5.4 Verão x inverno de 2006

5.4.1 Parâmetros físico-químicos e nutrientes

Alguns parâmetros monitorados apresentaram variação dos valores médios entre as épocas do ano (verão e inverno). O ponto PI (mais sujeito a descargas continentais) apresentou valores superiores de nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total nos meses de inverno.

A temperatura foi maior em todos os pontos nos meses de verão (embora apenas os pontos internos (PI e PMI) apresentassem diferenças significativas entre os valores médios). A salinidade foi significativamente menor durante o verão nos pontos PMI, PME e PE.

Os nutrientes nitrogenados (nitrato e nitrogênio total) apresentaram maiores concentrações nos pontos intermediários e externo durante o verão (Tabelas 5, 6, 7 e 8).

Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PI. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo ($p < 0,05$).

	PI	
	V	I
pH	7,39 \pm 0,47	7,51 \pm 0,02
Salinidade	21,9 \pm 5,70	25,83 \pm 1,79
Temperatura (°C) *	26,2 \pm 0,47	24,16 \pm 1,31
Transparência (m)	1,1 \pm 0,25	0,93 \pm 0,09
OD (mg/l)	5,3 \pm 0,78	4,2 \pm 0,47
Fósforo total (mg/l) *	0,12 \pm 0,03	0,05 \pm 0,03
Ortofosfatos (mg/l)	0,02 \pm 0,00	0,03 \pm 0,02
Nitrogênio amoniacal (mg/l) *	0,05 \pm 0,06	0,32 \pm 0,21
Nitrito (mg/l)	0,017 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00
Nitrato (mg/l) *	11,81 \pm 2,57	0,32 \pm 0,48
Nitrog. total (mg/l) *	13,2 \pm 3,60	0,72 \pm 0,27

Tabela 6. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PMI. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo ($p < 0,05$).

	PMI	
	V	I
pH	7,4 \pm 0,75	7,68 \pm 0,11
Salinidade *	24,9 \pm 2,34	30,03 \pm 0,86
Temperatura (°C) *	24,3 \pm 0,64	22,4 \pm 0,53
Transparência (m)	1,1 \pm 0,25	0,93 \pm 0,33
OD (mg/l) *	6,39 \pm 0,99	4,29 \pm 0,68
Fósforo total (mg/l)	0,09 \pm 0,80	0,01 \pm 0,00
Ortofosfatos (mg/l)	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00
Nitrogênio amoniacal (mg/l)	0,13 \pm 0,20	0,45 \pm 0,10
Nitrito (mg/l)	0,02 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00
Nitrato (mg/l) *	6,95 \pm 2,7	0,33 \pm 0,50
Nitrog. total (mg/l) *	8,68 \pm 3,2	0,88 \pm 0,17

Tabela 7. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PME. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo ($p < 0,05$).

	PME	
	V	I
pH	7,3 \pm 0,85	7,58 \pm 0,16
Salinidade *	25,9 \pm 2,19	31,33 \pm 0,31
Temperatura (°C)	23,8 \pm 1,25	22,35 \pm 0,34
Transparência (m) *	1,38 \pm 0,18	1,05 \pm 0,13
OD (mg/l) *	6,96 \pm 1,11	4,28 \pm 0,13
Fósforo total (mg/l) *	0,16 \pm 0,09	0,03 \pm 0,00
Ortofosfatos (mg/l)	0,02 \pm 0,01	0,01 \pm 0,00
Nitrogênio amoniacal (mg/l) *	0,10 \pm 0,01	0,43 \pm 0,17
Nitrito (mg/l)	0,01 \pm 0,00	0,02 \pm 0,00
Nitrato (mg/l) *	6,45 \pm 1,34	0,27 \pm 0,00
Nitrog. total (mg/l) *	7,43 \pm 1,84	0,8 \pm 0,02

Tabela 8. Valores médios \pm desvio padrão (n = 6) dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nos meses de verão (V) e inverno (I) no PE. Parâmetros em negrito com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo ($p < 0,05$).

	PE	
	V	I
pH	7,24 \pm 1,01	7,95 \pm 0,40
Salinidade *	27,4 \pm 2,49	33,83 \pm 0,38
Temperatura (°C)	23,0 \pm 1,8	22,13 \pm 0,60
Transparência (m) *	1,6 \pm 0,16	1,06 \pm 0,25
OD (mg/l) *	7,67 \pm 1,29	4,33 \pm 0,33
Fósforo total (mg/l) *	0,21 \pm 0,12	0,03 \pm 0,01
Ortofosfatos (mg/l)	0,03 \pm 0,03	0,02 \pm 0,00
Nitrogênio amoniacal (mg/l) *	0,11 \pm 0,06	0,47 \pm 0,10
Nitrito (mg/l)	0,01 \pm 0,00	0,01 \pm 0,00
Nitrato (mg/l) *	4,87 \pm 3,31	0,24 \pm 0,04
Nitrog. total (mg/l) *	5,37 \pm 4,31	0,76 \pm 0,14

5.4.2 Comunidade macrobentônica no Canal do Porto

5.4.2.1. Composição taxonômica

Durante todo o período de estudo, foram registrados 31 táxons (além do tufo e sedimento). Os taxons exclusivos nos meses de verão foram: *Demospongia* sp1, *Siphasia* sp, Gorgoniidae, *Sertularia distans* e *Tedania ignis*, enquanto nas coletas de inverno foram registrados *Botryllus niger*, *Bugula neritina*, *Clathrina aurea*, *Mycale laxissima* e *Ulva fasciata* como táxons exclusivos (Tabela 9). No entanto vale ressaltar que *Carijoa riisei*, *Didemnum rodriguesi* e *Lissoclinum fragile* estiveram presentes em sete dos oito pontos amostrados (quatro pontos em cada estação), enquanto *Clathrina aurea*, *Demospongia* sp1, Gorgoniidae, *Mycale laxissima*, *Sertularia distans* e *Ulva fasciata* ocorreram em apenas um local amostrado em ambas as estações.

Tabela 9. Taxons presentes (+) e ausentes (-) (além de “tufo” e sedimento) nos quatro pontos amostrais nos períodos de verão (chuvoso) e inverno (seco) nos quatro pontos de estudo: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo).

	Verão				Inverno			
	PI	PMI	PME	PE	PI	PMI	PME	PE
<i>Astrangia</i> sp	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Botryllus niger</i>	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Bugula neritina</i>	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Carijoa riisei</i>	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Clathrina aurea</i>	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Clavelina oblonga</i>	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Cliona dioryssa</i>	+	-	-	-	+	+	-	-
<i>Demospongia</i> sp1	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Didemnum rodriguense</i>	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Siphasia</i> sp	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Distaplia</i> sp	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Dynamena disticha</i>	-	-	+	+	+	-	-	+
<i>Echinaster brasiliensis</i>	-	-	+	+	+	-	+	-
Gorgoniidae	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymeniacion heliophila</i>	+	+	+	-	+	+	-	-
<i>Lissoclinum fragile</i>	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lophogorgia</i> sp	-	+	-	-	+	+	+	-
<i>Lytechinus variegatus</i>	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	-	+	-	-	+	+	+	-
<i>Megaloma</i> sp	+	-	+	-	+	+	+	-
<i>Mycale angulosa</i>	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Mycale laxissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Polysyncraton amethysteum</i>	-	+	+	-	+	+	+	+
<i>Schizoporella unicornis</i>	-	-	-	+	-	-	+	+
<i>Scrupocellaria cornigera</i>	-	-	-	+	-	-	-	+
Sedimento	+	-	+	+	-	-	+	+
<i>Sertularia distans</i>	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Sertularia marginata</i>	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Styela plicata</i>	-	+	+	-	-	+	+	+
<i>Tedania ignis</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tropiometra carinata</i>	-	-	+	-	-	+	+	+
Tufo	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Ulva fasciata</i>	-	-	-	-	-	-	+	-
Total: 31 táxons	11	11	15	10	14	13	16	13

5.4.2.2. Estrutura de comunidade

A riqueza média dos táxons foi praticamente idêntica entre as diferentes épocas (verão e inverno) em todos os pontos. Apenas o ponto PI apresentou diferença significativas nos índices ecológicos (diversidade e dominância) entre os meses de verão ($H = 0,59$) e inverno ($H = 0,79$), logo a sazonalidade parece afetar apenas o ponto PI (mais interno) com relação aos índices ecológicos. Nos

pontos PMI (H = 0,81) e PE (H = 1,07) a diversidade média foi superior nos meses de inverno, embora sem diferenças significativas entre as estações no ano (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios \pm desvio padrão (n = 30) dos descritores ecológicos nos períodos de verão (V) e inverno (I) nos pontos PI, PMI, PME e PE. Descritores com asterisco indicam diferenças significativas entre os períodos de estudo ($p < 0,05$).

	PI	
	V	I
Riqueza de táxons	2 \pm 0,78	2 \pm 1,06
Diversidade de Brillouin *	0,59 \pm 0,22	0,79 \pm 0,2
Dominância de simpson *	0,65 \pm 0,13	0,52 \pm 0,12
	PMI	
	V	I
Riqueza de táxons	3 \pm 1,06	2,5 \pm 0,85
Diversidade de Brillouin	0,76 \pm 0,28	0,81 \pm 0,26
Dominância de simpson	0,58 \pm 0,15	0,52 \pm 0,15
	PME	
	V	I
Riqueza de táxons	4 \pm 1,22	4 \pm 1,7
Diversidade de Brillouin	0,94 \pm 0,28	0,89 \pm 0,26
Dominância de simpson	0,50 \pm 0,12	0,54 \pm 0,11
	PE	
	V	I
Riqueza de táxons	3,3 \pm 1,09	3,7 \pm 1,31
Diversidade de Brillouin	0,92 \pm 0,26	1,07 \pm 0,31
Dominância de simpson	0,48 \pm 0,13	0,42 \pm 0,14

5.4.2.3. Análise comparativa dos dados bióticos

A análise de agrupamento revela a formação de dois grupos distintos com 65% de similaridade, separando os pontos internos (PI, PMI) dos externos (PME, PE), quando analisados todos os pontos e estações (verão e inverno). Ambos os grupos apresentam similaridade de 75%. O tufo e *H. heliophila* foram responsáveis por 90% da similaridade entre as amostras nos pontos internos. Nos pontos PME e PE o sedimento contribuiu com 80% de similaridade, seguidos por *D. rodriguesi* (6%) e *S. marginata* (4%).

A estrutura da comunidade parece sofrer maior influência do gradiente de distância entre a porção interna da externa, que da sazonalidade, pois amostras de diferentes épocas (verão e inverno) estiveram presentes dentro de um mesmo sub-agrupamento (Figs. 20 e 21).

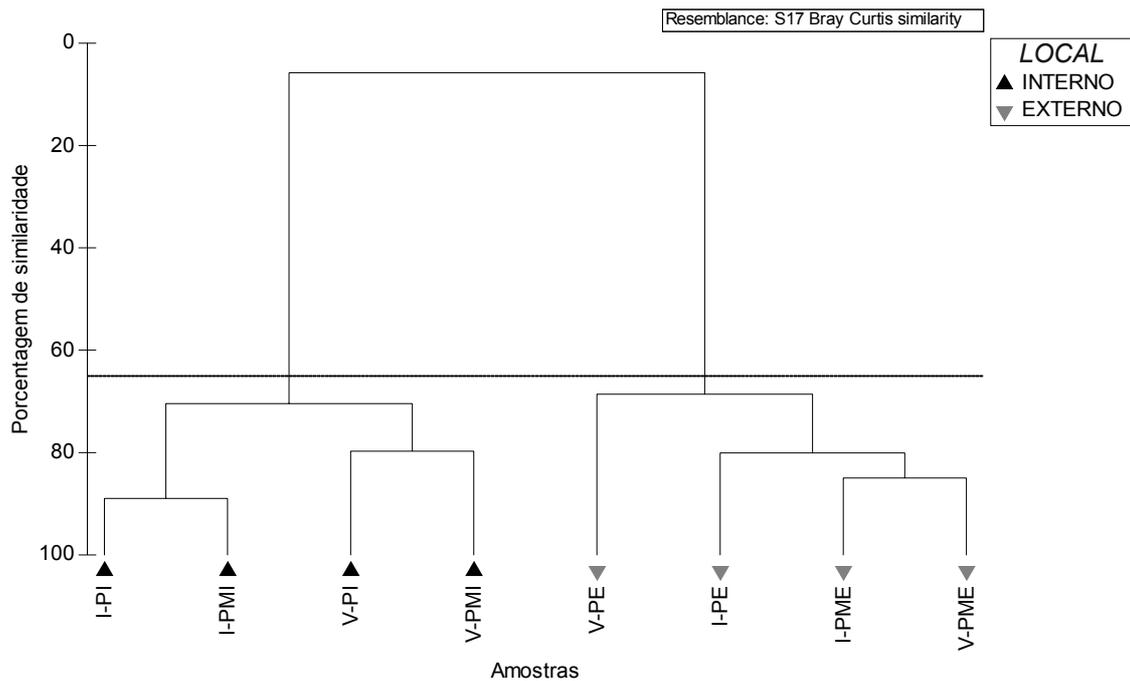


Figura 20. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA – Porcentagem de Similaridade) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de percentagem média de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória; V – Verão (período chuvoso), I – Inverno (período seco).

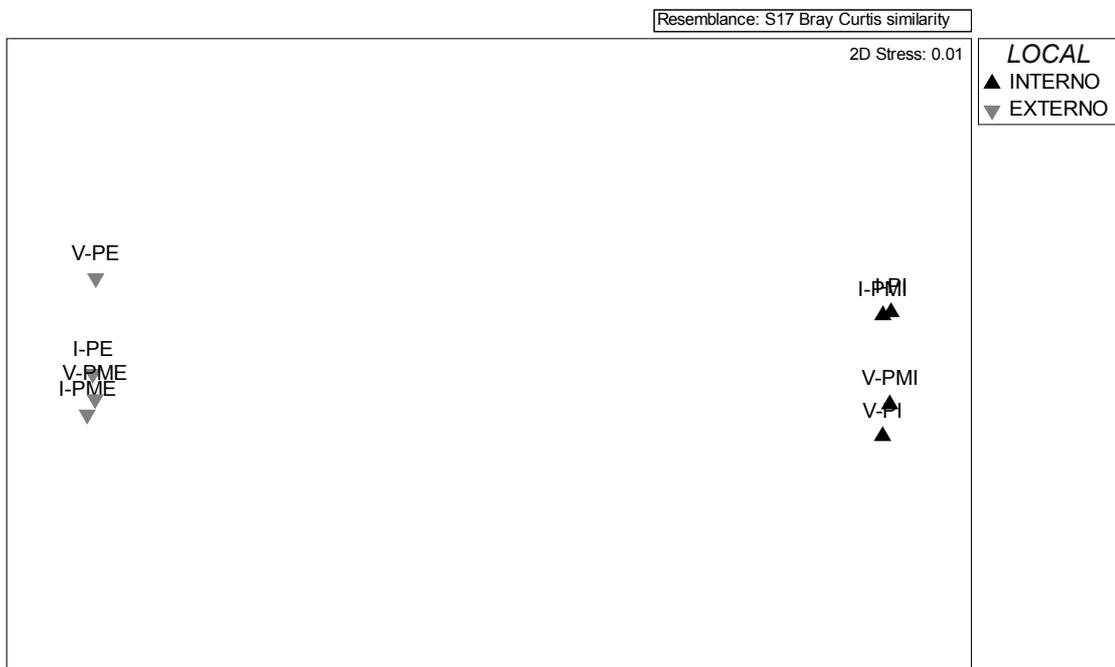


Figura 21. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) de trinta amostras nos quatro pontos de estudo com os dados de percentagem média de cobertura dos táxons: PI (Ponto interno), PMI (Ponto médio interno), PME (Ponto médio externo) e PE (Ponto externo) ao longo do Porto de Vitória; V – Verão (período chuvoso), I – Inverno (período seco).

5.5 Recrutamento – Experimento 2

5.5.1 – Dados pluviométricos

A precipitação pluviométrica total evidencia duas épocas distintas. Um período de maior precipitação (entre Novembro e Fevereiro) com mínimo de 210 mm e máximo de 343 mm de chuva e outro período com menos de 133mm de chuvas (demais meses). Destacam-se os meses de Agosto/06, Março/07, Maio/07, Junho/07 e Julho/07 com menos de 35mm de chuva (Fig. 22).

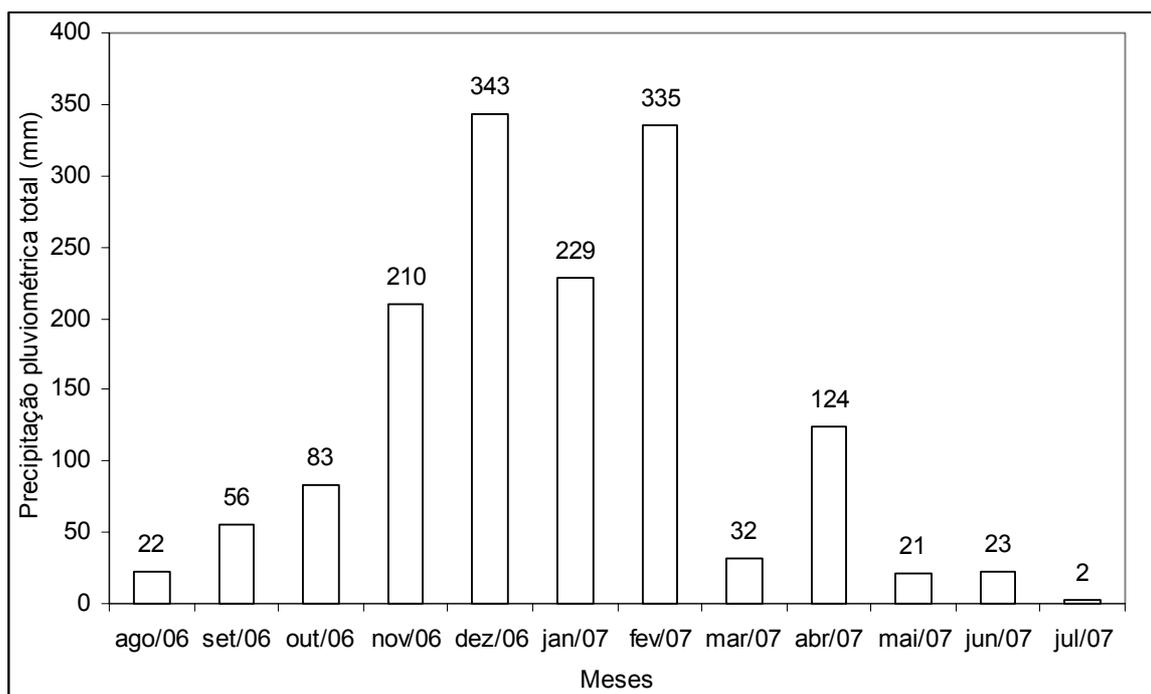


Figura 22. Precipitação pluviométrica total entre os meses de Agosto de 2006 e Julho de 2007.

5.5.2 – Parâmetros físico-químicos e nutrientes

O valor médio do pH (n = 11) foi significativamente inferior no Ponto 1 (7,6), com tendência crescente à medida que se avança no espaço em sentido aos pontos mais distantes da fonte poluidora (Fig. 23.1). O Ponto 1 apresentou os menores valores de pH em praticamente todos os meses. A contrário, o Ponto 4 apresentou os maiores valores médios e absolutos em todos os meses (8,27) (à exceção de Maio).

Assim como o pH, a salinidade apresentou valores médios significativamente inferiores no Ponto 1 (27 PSU). Novamente o Ponto 1 apresentou na maioria dos meses valores inferiores aos demais pontos (entre 19

PSU e 34 PSU), enquanto o Ponto 4 apresentou valores superiores a 28 PSU (Janeiro) (Fig. 23.1)

Não ocorreram diferenças significativas nos valores médios de temperatura entre os pontos (Fig. 23.1), com todos os locais apresentando temperatura média de aproximadamente 24°C. Em todos os pontos, a temperatura variou entre 22°C e 28°C.

Os Pontos 1 e 2 apresentaram valores médios significativamente inferiores de transparência (aproximadamente 0,8 m e 1,1 m) quando comparados aos Pontos 3 e 4. A menor transparência da água foi registrada em Agosto, Outubro e Janeiro (aprox. 0,5 m), enquanto a maior dela ocorreu no mês de Fevereiro em todos os pontos (aprox. 2,0 m) (Fig.23.2).

O oxigênio dissolvido apresentou tendência crescente da concentração na água superficial à medida em que se afasta da fonte poluidora (foz do Canal da Costa). Os valores médios registrados no Ponto 1 (4,0 mg/l) foram significativamente inferiores aos demais pontos (Fig. 23.2). O Ponto 4 apresentou o dobro da concentração média desse elemento na água superficial (8,0 mg/l) e a maior concentração absoluta em Janeiro (10 mg/l). Embora o Ponto 1 apresente as águas mais pobres desse elemento ao longo dos meses, o Ponto 2 apresentou a menor concentração dentre todos os locais no mês de Fevereiro, Maio e Junho (entre 4,0 mg/l e 5,0 mg/l).

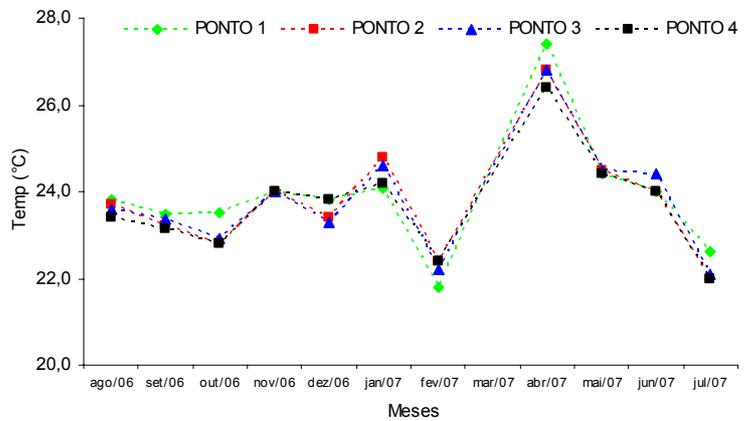
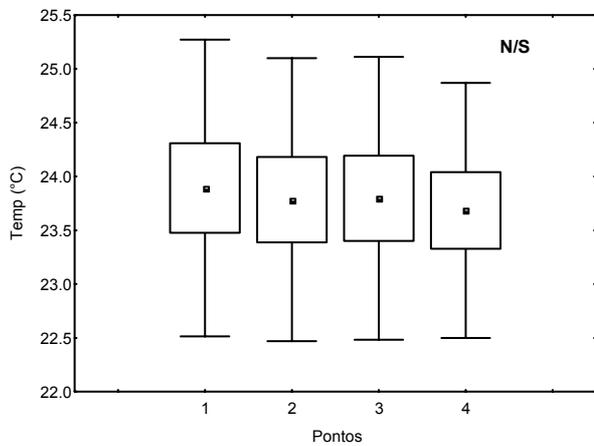
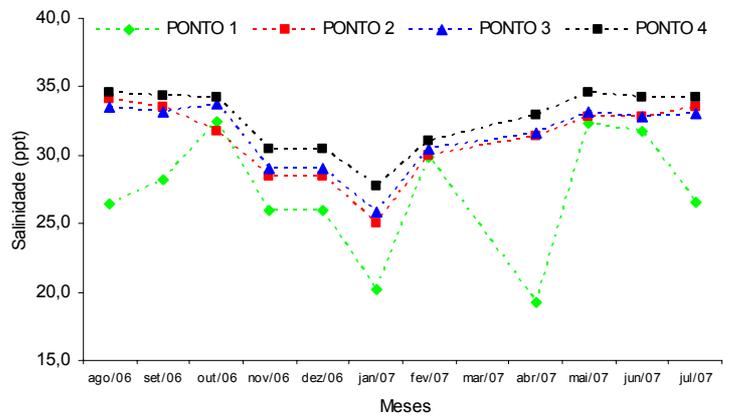
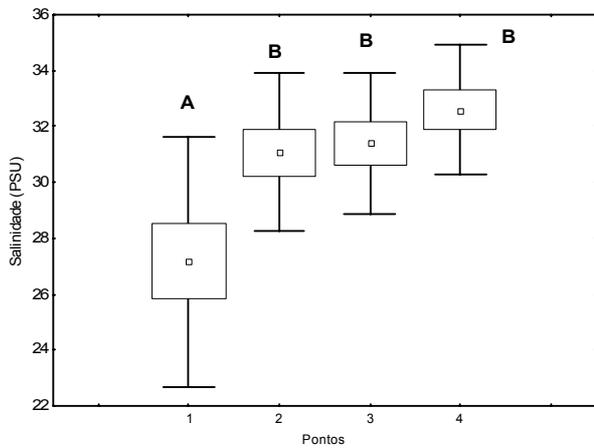
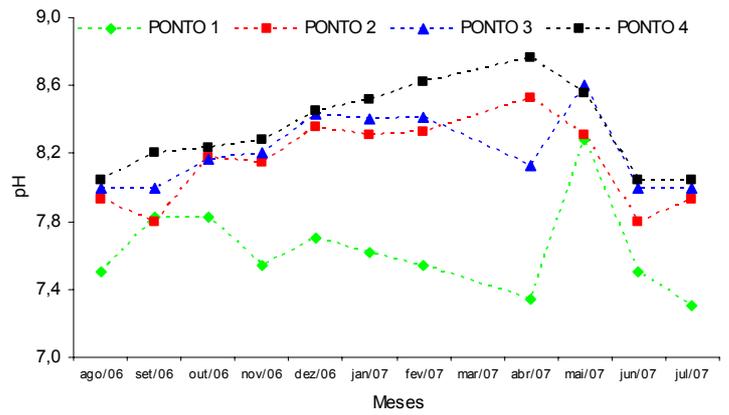
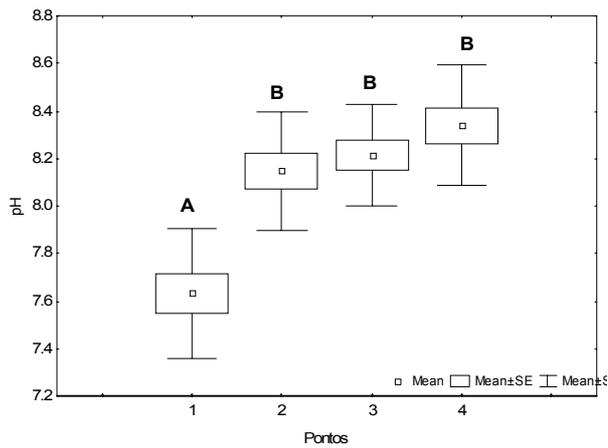


Figura 23.1. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de pH, salinidade e temperatura nos quatro pontos de estudo. As letras A e B indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos parâmetros físico-químicos entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007).

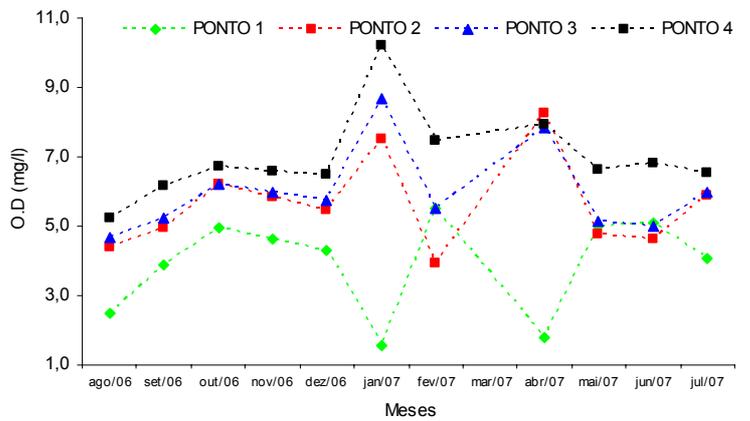
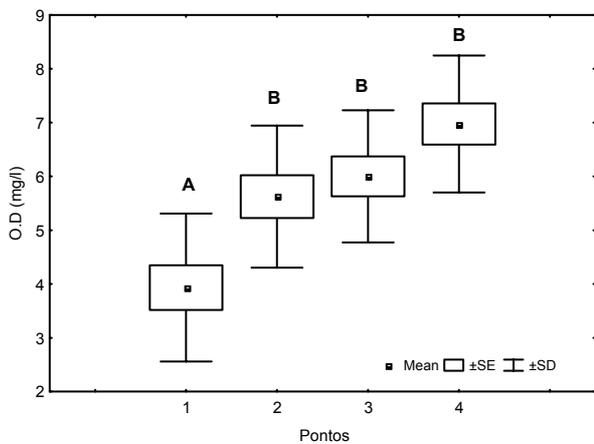
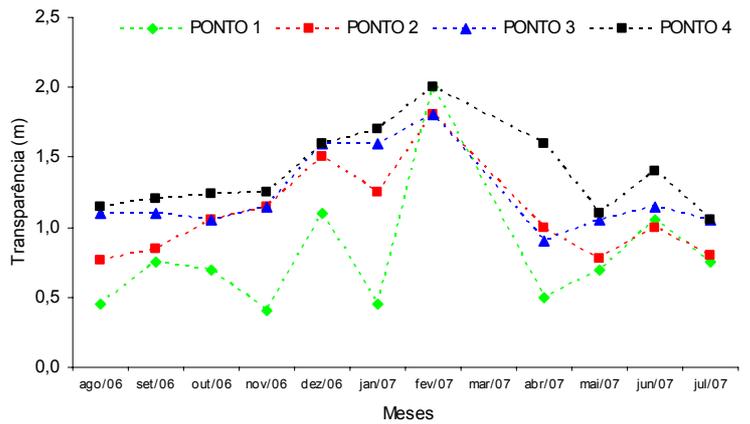
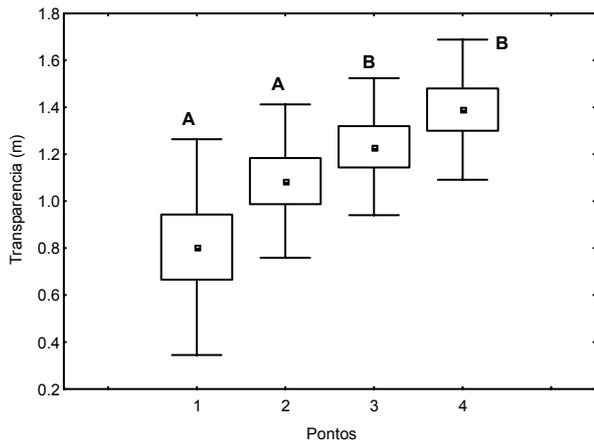


Figura 23.2. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de transparência e oxigênio dissolvido nos quatro pontos de estudo. As letras A e B indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos parâmetros físico-químicos entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007).

Os nutrientes monitorados (ortofosfatos, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, nitrogênio total) apresentaram uma tendência decrescente em suas concentrações médias, à medida em que os pontos amostrais afastam-se da fonte poluidora.

Um gradiente espacial de concentração média dos nutrientes foi evidenciado apenas para fósforo total e nitrogênio amoniacal (Fig. 24.1), com valores significativamente superiores ($p < 0,05$) de ambos os parâmetros no Ponto 1 (0,4 mg/l e 5,1 mg/l respectivamente).

Embora não sendo detectadas diferenças significativas nas concentrações médias de ortofosfatos, nitrato, nitrito e nitrogênio total (Fig. 24.2), estes nutrientes apresentaram uma tendência decrescente em suas

concentrações médias dos ortofosfatos, à medida em que os pontos amostrais afastam-se da fonte poluidora (ponto 1).

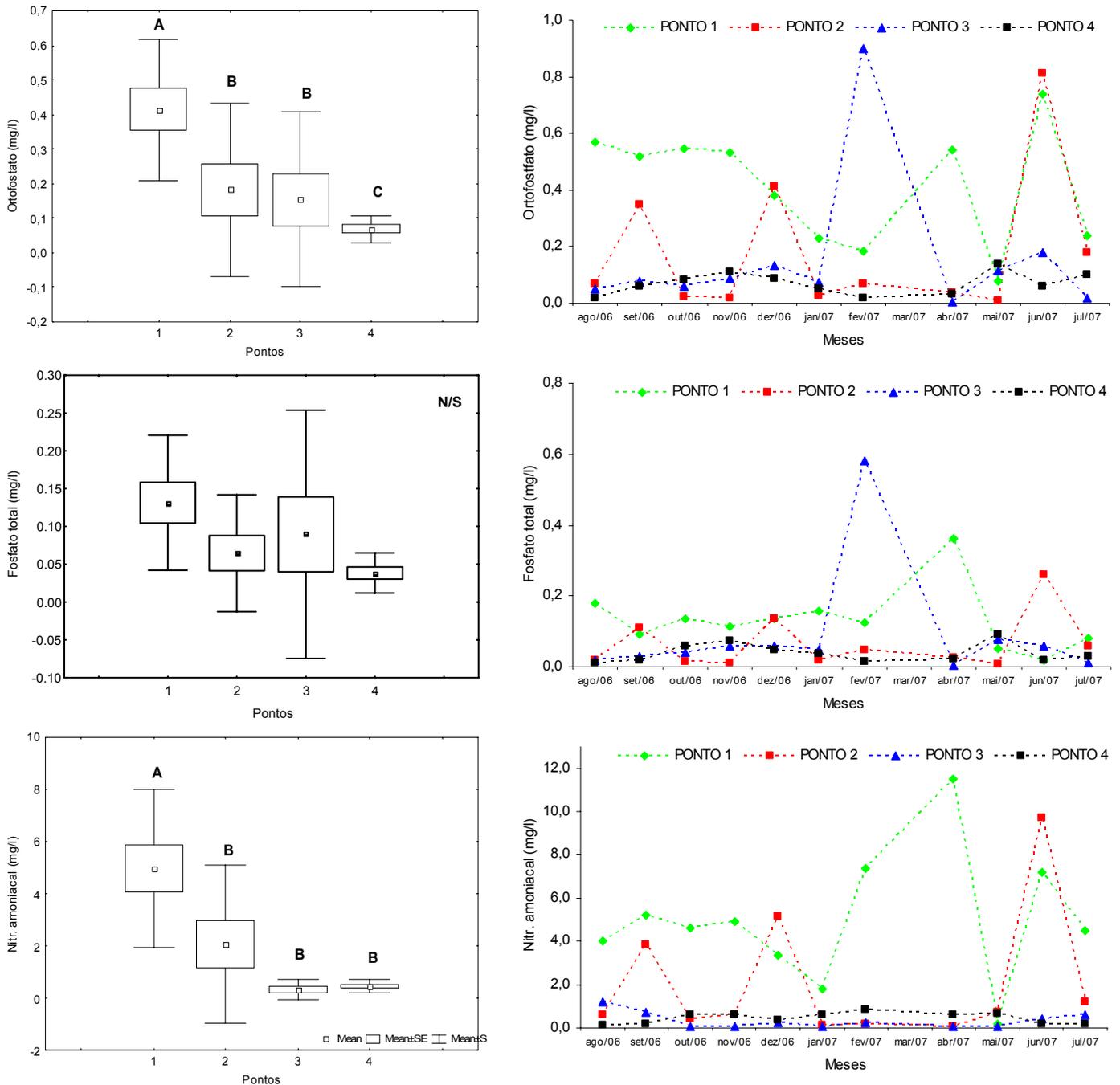


Figura 24.1. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de ortofosfatos, fósforo total e nitrogênio amoniacal nos quatro pontos de estudo. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos nutrientes entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007).

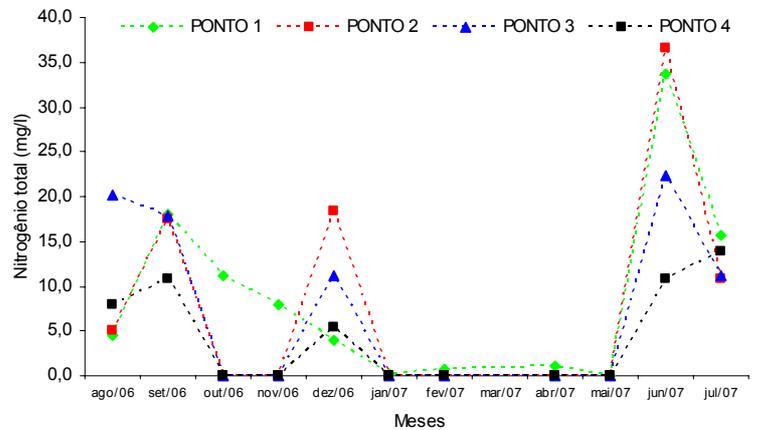
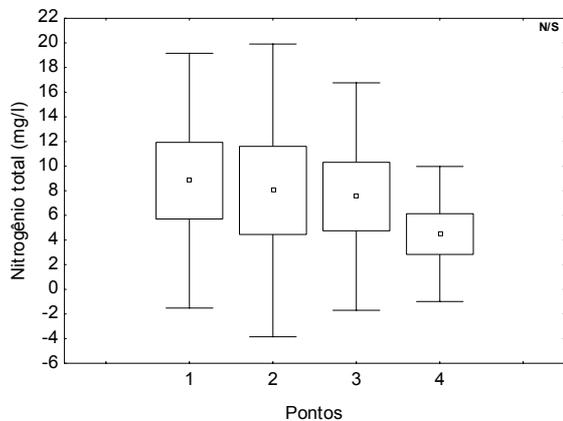
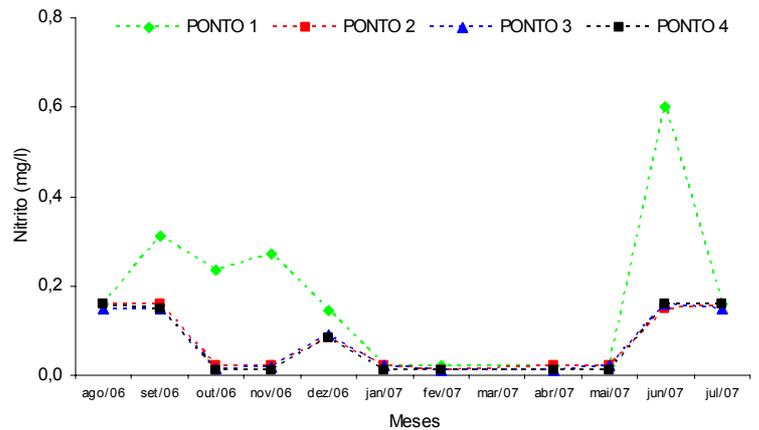
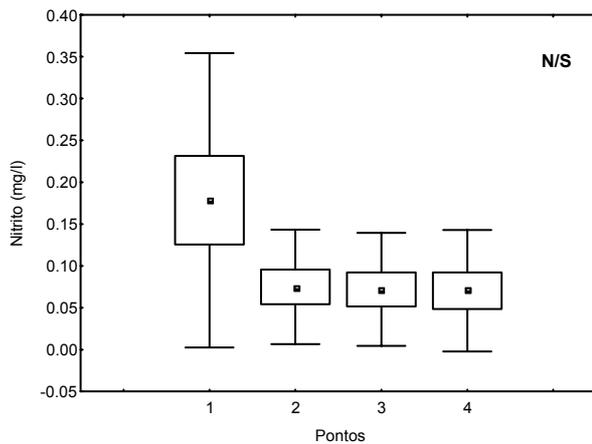
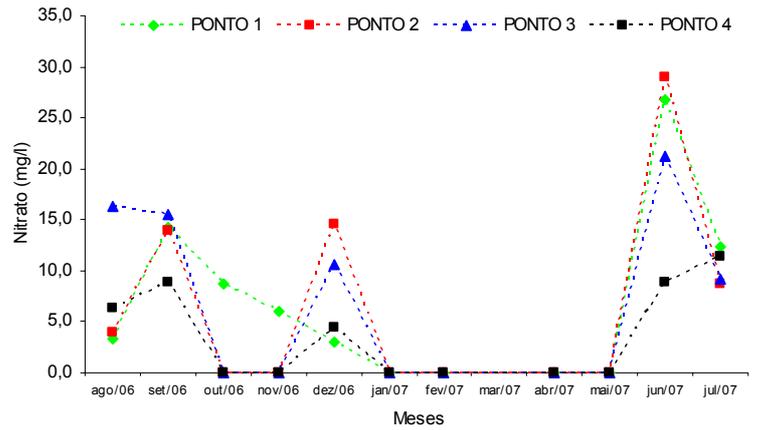
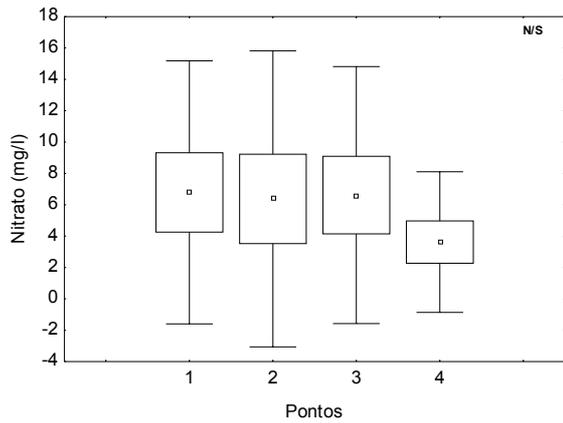


Figura 24.2. Lado esquerdo: Valores médios, erro padrão (SE) e desvio padrão (SD) de 11 amostras de nitrato, nitrito e nitrogênio total nos quatro pontos de estudo. As letras (A, B) indicam os grupos homogêneos formados pelo Teste de Tukey não paramétrico ($p < 0,05$). N/S – Não significativo. Lado direito: Valores mensais absolutos nos diferentes pontos (P1, P2, P3 e P4) dos nutrientes entre os meses estudados (Agosto de 2006 a Julho de 2007).

5.5.3 Recrutamento da comunidade bentônica

5.5.3.1 Composição taxonômica

Durante os 12 meses de estudo foram identificados 19 táxons, além do espaço vazio nos quatro pontos amostrais, distribuídos em oito grupos taxonômicos, sendo eles: Cnidaria, Bryozoa, Polychaeta, Cirripedia, Tunicata, Chlorophyta, Rodophyta e outros (Tabela 11). Os Pontos 2 e 3 apresentaram a maior quantidade de táxons (15), seguido pelos pontos P4 e P1 (14 e 11 táxons respectivamente). Destes, *Schizoporella* sp., *Botryllus niger*, *Botryllus tuberatus* e *Caulerpa* sp. foram exclusivos de apenas um local (P4, P3, P2 e P4 respectivamente), enquanto Ischyroceridae, *Balanus trigonus*, *Balanus* sp2., *Megabalanus* sp., *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva* sp., Chlorophyta sp1, Rodophyta sp1 e Cianofíceas filamentosas estiveram presentes em todos os pontos.

Tabela 11. Taxons presentes (+) e ausentes (-) nas placas de recrutamento nos pontos P1, P2, P3 e P4 após 12 meses de amostragens, entre Agosto de 2006 e Julho de 2007.

	P1	P2	P3	P4
Cnidaria				
<i>Clythia</i> sp	-	+	+	-
<i>Obelia dichotoma</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	+
Bryozoa				
<i>Schizoporella</i> sp	-	-	-	+
Polychaeta				
Ischyroceridae	+	+	+	+
Serpulidae	-	+	+	-
Cirripedia				
<i>Balanus trigonus</i> (Darwin, 1854)	+	+	+	+
<i>Balanus</i> sp1	+	+	+	-
<i>Balanus</i> sp2	+	+	+	+
<i>Megabalanus</i> sp	+	+	+	+
Tunicata				
<i>Botryllus niger</i> (Herdman, 1886)	-	-	+	-
<i>Botryllus tuberatus</i> (Ritter & Forsyth, 1917)	-	+	-	-
<i>Didemnum</i> sp	-	+	+	+
Chlorophyta				
<i>Caulerpa</i> sp	-	-	-	+
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus, 1753)	+	+	+	+
<i>Enteromorpha</i> sp2	-	+	+	+
<i>Ulva</i> sp	+	+	+	+
Chlorophyta sp5	+	+	+	+
Rodophyta				
Rodophyta sp1	+	+	+	+
Outros				
Cianofíceia filamentosa	+	+	+	+
Vazio*	+	+	+	+
N total de táxons	11	15	15	14

* O espaço vazio não foi contabilizado como táxon, no entanto ele foi registrado em todos os pontos.

5.5.3.2 Abundância relativa

Os valores médios mensais de todos os táxons presentes nas placas experimentais constam no Anexo I. Os táxons mais abundantes (> 5% de

cobertura em pelo menos um mês) no Ponto 1 foram *Balanus* sp2, *E. intestinalis*, *Megabalanus* sp., Cianofíceia filamentosa, *Ulva* sp além do espaço vazio (Fig. 25). O espaço vazio apresentou valores superiores nos meses de primavera e verão (entre novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) com valores superiores de 80%, chegando a 100% de espaço vazio nas placas submersas no mês de janeiro no Ponto 1. Enquanto *Balanus* sp2 apresentou maior abundância entre agosto e novembro (> 20%), *Megabalanus* sp. e *E. intestinalis* apresentaram maior abundância no final dos meses de verão e durante o outono (entre março e julho). *Ulva* sp apresentou maior ocorrência entre março e julho, porém a maior abundância foi registrada no mês de outubro (60% de cobertura). A cianofíceia filamentosa foi registrada como espécie abundante apenas no mês de dezembro nesse ponto, com 60% de cobertura.

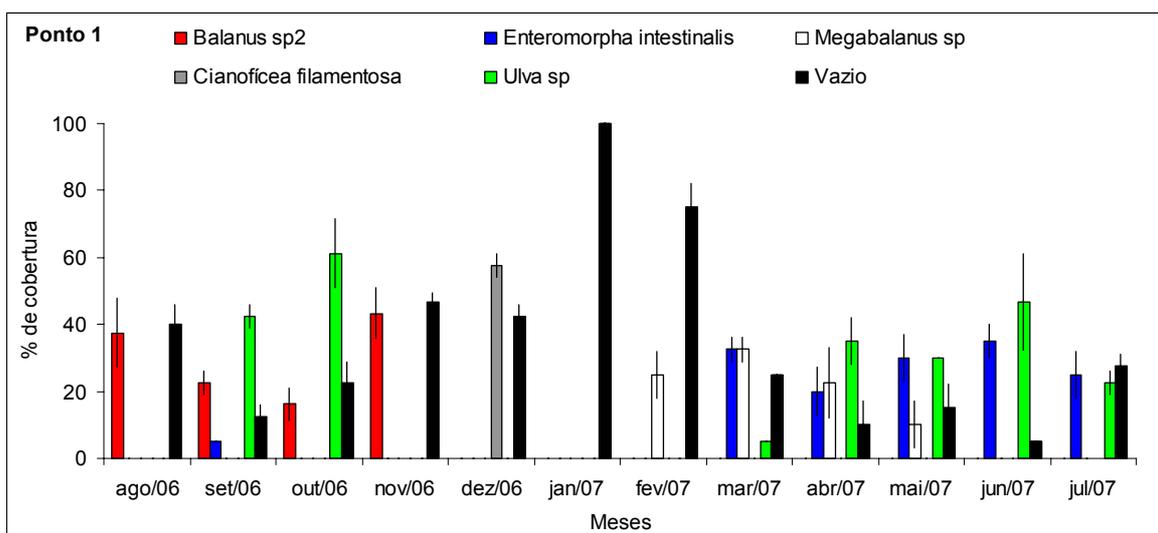


Figura 25. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes (> que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 1, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras.

No Ponto 2 (Fig. 26), destacaram-se em abundância os cirripédios *Balanus* sp2 e *Megabalanus* sp, as Clorófitas *Enteromorpha* sp2 e *Ulva* sp. Esta última esteve presente em todos os meses com maior valor médio em Janeiro (80%) e menor porcentagem de cobertura (< 10%) nos meses de inverno (Agosto e Julho). *Megabalanus* sp. ocorreu praticamente entre Setembro e Abril, com maiores valores em Novembro e Fevereiro (40%) enquanto *Enteromorpha* sp2 esteve presente apenas em Maio (<10%), Junho (<10%) e Julho (35%). *Balanus* sp2. apresentou porcentagens de cobertura inferiores a 20% (Outubro, fevereiro e

Maio). O espaço vazio foi ausente em Janeiro e Fevereiro, com maior valor em Agosto (60%).

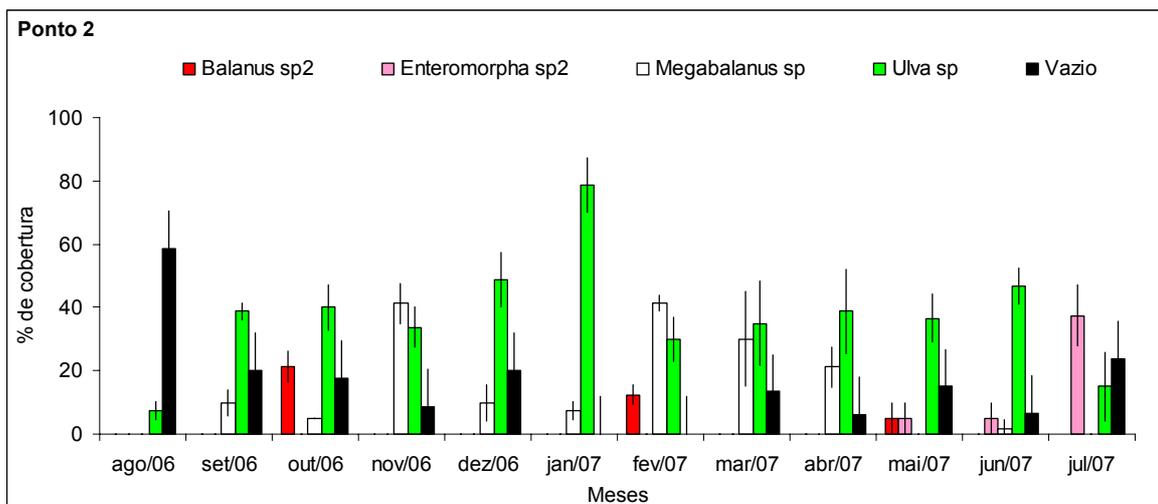


Figura 26. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes (> que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 2, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras.

No Ponto 3, cinco táxons destacaram-se com mais de 5% de abundância em pelo menos um mês de estudo, a saber: *B. trigonus*, *Balanus* sp2, *Megabalanus* sp, *Enteromorpha* sp2 e *Ulva* sp. *Ulva* sp. esteve presente em todos os meses no Ponto 3, com a maior abundância em Janeiro (80%). *Balanus* sp2. apresentou maior ocorrência entre Agosto e Fevereiro (entre 10% e 35%), enquanto *Balanus trigonus* esteve presente em Abril e Junho (20%). *Enteromorpha* sp2. recrutou praticamente no mês de Julho (20%). *Megabalanus* sp e espaço vazio estiveram presentes em praticamente todos os meses (Fig. 27).

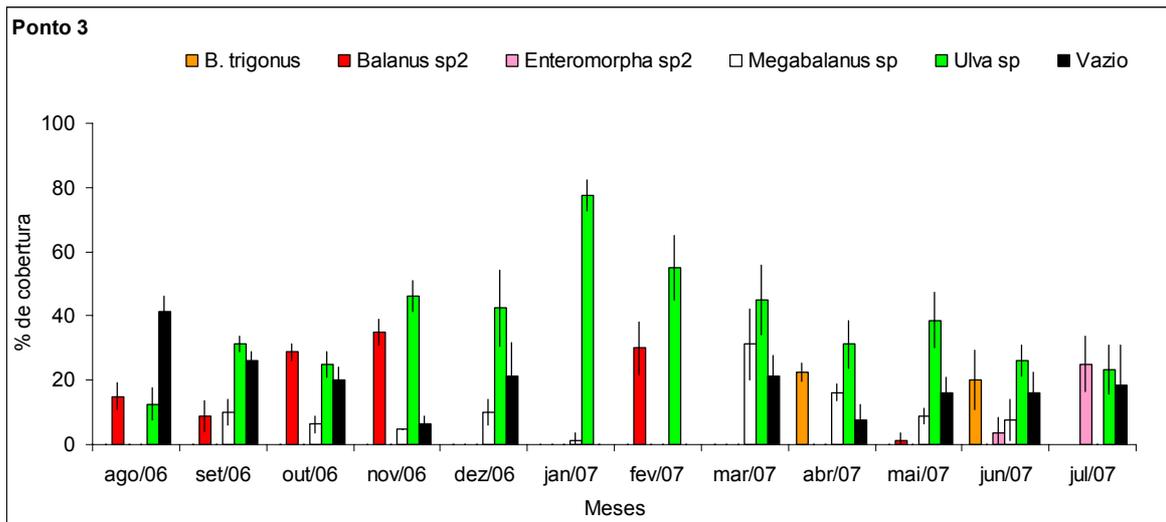


Figura 27. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes (> que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 3, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras.

No Ponto 4 (Fig. 28), destacaram-se em abundância seis táxons: *B. trigonus*, *Enteromorpha intestinalis*, *Enteromorpha* sp2, *Ulva* sp, *Rodophyta* sp1 e *Obelia dichotoma*. Assim como no Ponto 3, *Ulva* sp. esteve presente em todos os meses durante o período de estudo, com porcentagens de cobertura superiores a 20%. *E. intestinalis* (<20%) e *Rodophyta* sp1 (<40%) estiveram presentes na maioria dos meses. *Enteromorpha* sp2, *B. trigonus* e *O. dichotoma* recrutaram com maior intensidade entre Fevereiro e Julho. O espaço vazio variou entre 10% e 28% (Janeiro e Setembro).

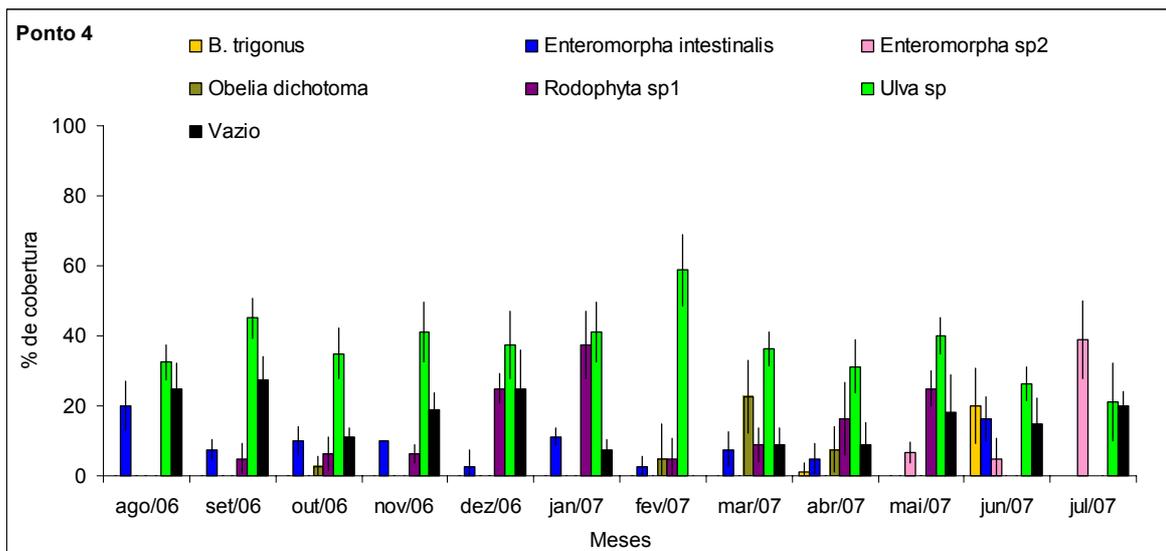


Figura 28. Porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes (> que 5% em pelo menos um mês) no Ponto 4, durante os 12 meses de estudo. Valores médios e desvio padrão de 4 amostras.

5.5.3.3 Estrutura da comunidade

A riqueza média dos táxons considerando todos os pontos variou de 0 (P1, Janeiro) à 7,5 (P4, Abril) (Fig. 29a). O Ponto 1 apresentou os menores valores médios de riqueza, principalmente nos meses de Outubro/06 a Fevereiro/07 (0 a 2,0 táxons). Os Pontos 2 e 3 apresentaram valores de riqueza e variação temporal (N = 3 a 6 táxons) muito similares, à exceção de Fevereiro e Março, cujos valores apresentaram-se inferiores no Ponto 3, com 2,0 e 2,7 táxons, respectivamente. O Ponto 4 apresentou os maiores valores médios de riqueza, variando de 3,0 a 7,5. Todos os pontos apresentaram valores inferiores nos meses de verão. Vale ressaltar a ausência de táxons no ponto 1 em Janeiro/07.

Os valores médios de Diversidade de Brillouin nos quatro pontos acompanharam a curva de riqueza, com valores inferiores no Ponto 1 (0 a 1,5), intermediários e similares entre si nos pontos 2 e 3 (0,6 a 1,7) e valores superiores de diversidade no Ponto 4 (1,1 a 1,7). Observou-se como na curva de riqueza, uma queda na diversidade nos meses de verão, principalmente nos Pontos 1, 2 e 3 (Fig. 29b).

A Dominância média de Simpson apresentou valores inversos ao da Diversidade, apresentando uma dominância superior no verão, principalmente em Janeiro/07, nos Pontos 1, 2 e 3, refletindo uma baixa equitatividade (Fig. 29c).

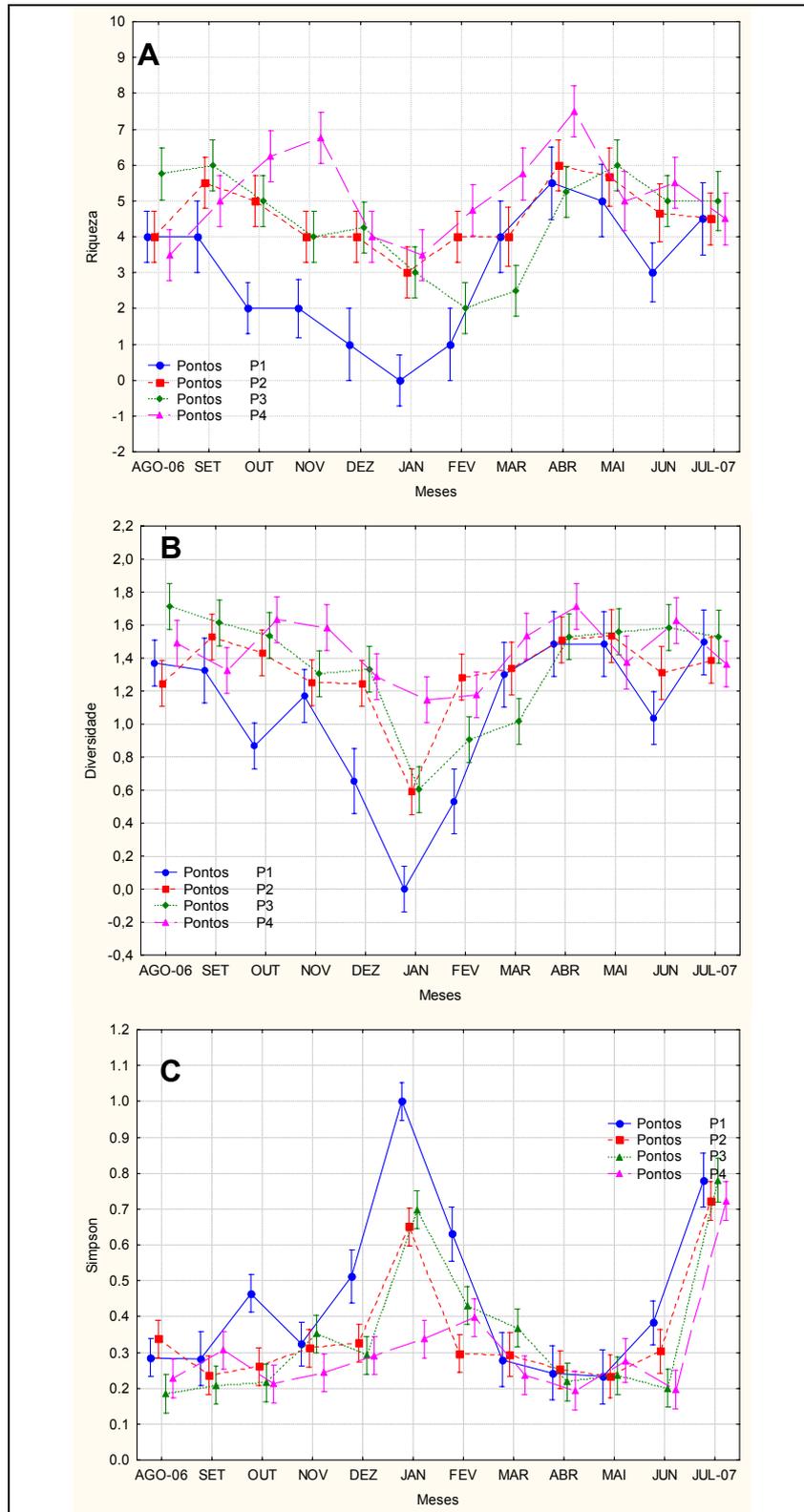


Figura 29. Valores médios ($n=4$) da Riqueza (A) Diversidade de Brillouin (B) e Dominância de Simpson (C) dos táxons registrados nas placas mensais entre Agosto de 2006 e Julho de 2007 (barras verticais denotam o intervalo de confiança de 0,95).

5.5.3.4 Análise comparativa dos dados bióticos

A análise de similaridade (Agrupamento, Fig. 30) evidenciou nitidamente a separação dos pontos de estudo 1 e 4, mais próximo e mais distante respectivamente da fonte poluidora, em dois extremos do dendrograma, enquanto os pontos 2 e 3, intermediários se misturaram em face da maior similaridade entre si e, posteriormente, destes com o Ponto 4. O valor do coeficiente de correlação cofenético de 0,82 foi maior do que o aceitável ($r = 0,80$), refletindo a confiabilidade do dendrograma.

A separação dos pontos de amostragem na análise de ordenação MDS correspondeu ao padrão gerado pela análise de agrupamento (Fig. 31). O valor do estresse para a configuração bidimensional do MDS de 0,17 proporciona uma boa representação espacial da comunidade sem probabilidade real de má interpretação dos resultados. A proximidade dos Pontos 2, 3 e 4 no mês de Julho/07 refere ao predomínio da clorófito *Enteromorpha* sp2.

Group average

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

Pontos
▲ P1
▼ P2
■ P3
◆ P4

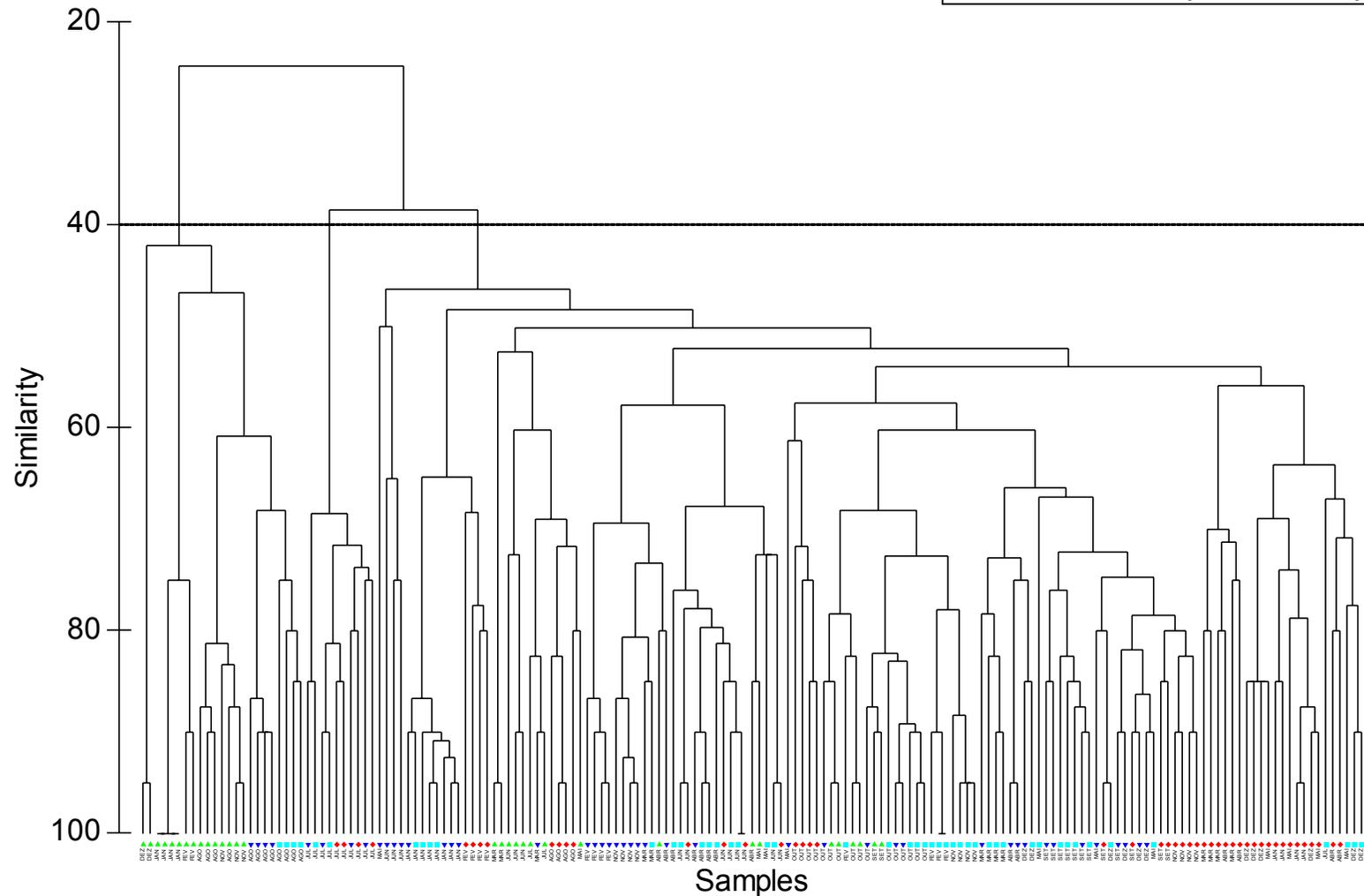


Figura 30. Dendrograma representativo da análise de agrupamento (UPGMA) com os dados de porcentagem de cobertura de cada ponto entre os meses (*Samples* = amostras; *Similarity* = similaridade).

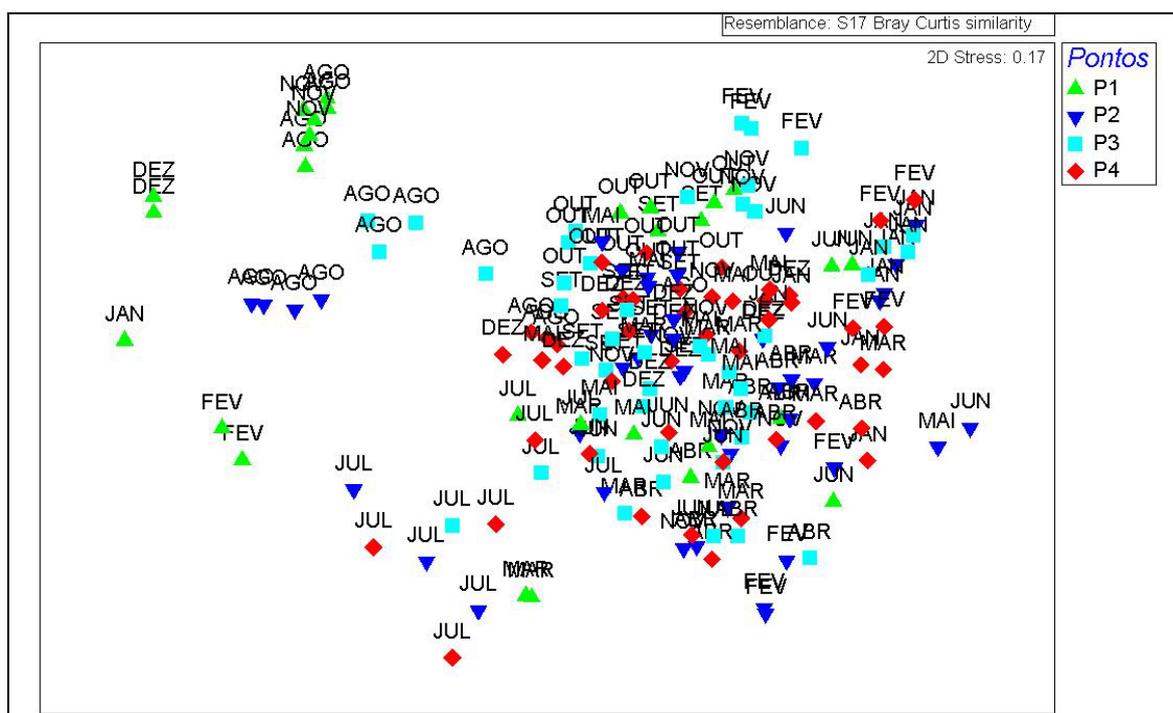


Figura 31. Análise de Escalonamento Multidimensional (MDS) da porcentagem de cobertura dos táxons presentes nas amostras dos pontos ao longo dos 12 meses de estudo.

5.5.3.5 Análise comparativa dos dados bióticos e abióticos

A Análise de Correspondência Canônica separadamente em cada ponto de estudo permitiu evidenciar mais minuciosamente as diferentes características de massa de água circundante nos quatro locais estudados.

No Ponto 1 foram observadas relações entre *E. intestinalis*, *Ulva* sp e *Balanus* sp, com todos os nutrientes, pH, O.D., temperatura e salinidade (negativamente ao eixo 1). Cianofíceas filamentosas esteve associada com a transparência da água e precipitação (Dezembro), positivamente ao eixo 1. *Balanus* sp e espaço vazio estiveram associados ao ortofosfatos com associação negativa ao eixo 2 (Janeiro, Fevereiro, Agosto e Novembro). O eixo 1 apresentou 40% de poder de explicação na análise (Fig. 32).

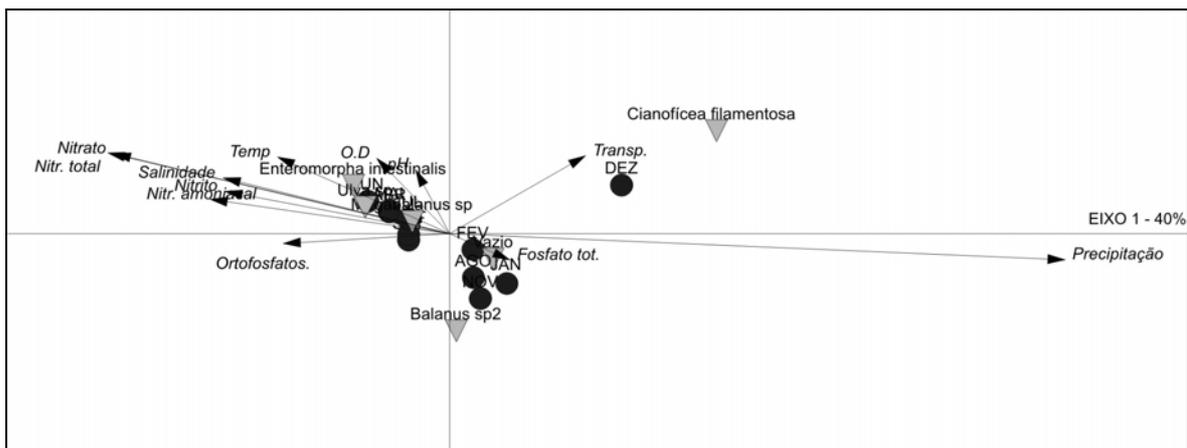


Figura 32. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 1.

No ponto 2 ocorreu a relação da transparência, pH, precipitação, temperatura e O.D., com os cirripédios *Megabalanus sp* e *Balanus sp* (Outubro e Fevereiro) negativamente ao eixo 1. Relações positivas ao eixo 1 ocorreram entre espaço vazio e *Enteromorpha sp2* com a salinidade, nutrientes nitrogenados (nitrito, nitrato, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal) e fosfatados em Julho e Agosto. O eixo 1 apresentou explicação de 42% da distribuição (Fig. 33).

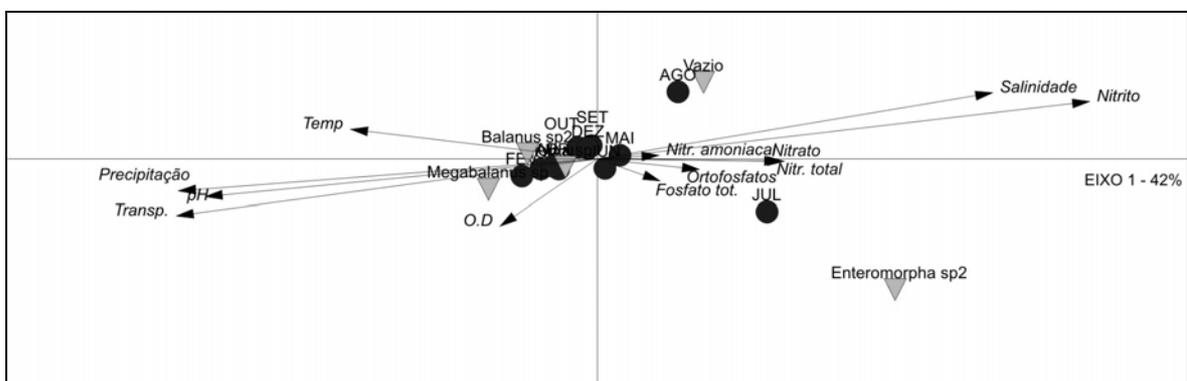


Figura 33. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 2.

No ponto 3, o eixo 1 apresentou poder de 35%. *Balanus sp2* associou-se (negativamente ao eixo 1) aos nutrientes fosfatados (fósforo e fóstato totais), pH, precipitação e transparência (Fevereiro, Outubro e Novembro). *B. trigonus* e *Megabalanus sp* apresentaram associação positiva aos eixos 1 e 2. Estes

estiveram relacionados positivamente com a temperatura e O.D. (Abril e Junho). *Enteromorpha* sp2 (com associação positiva em relação ao eixo 1) relacionou-se com os nutrientes nitrogenados e salinidade (Julho) (Fig. 34).

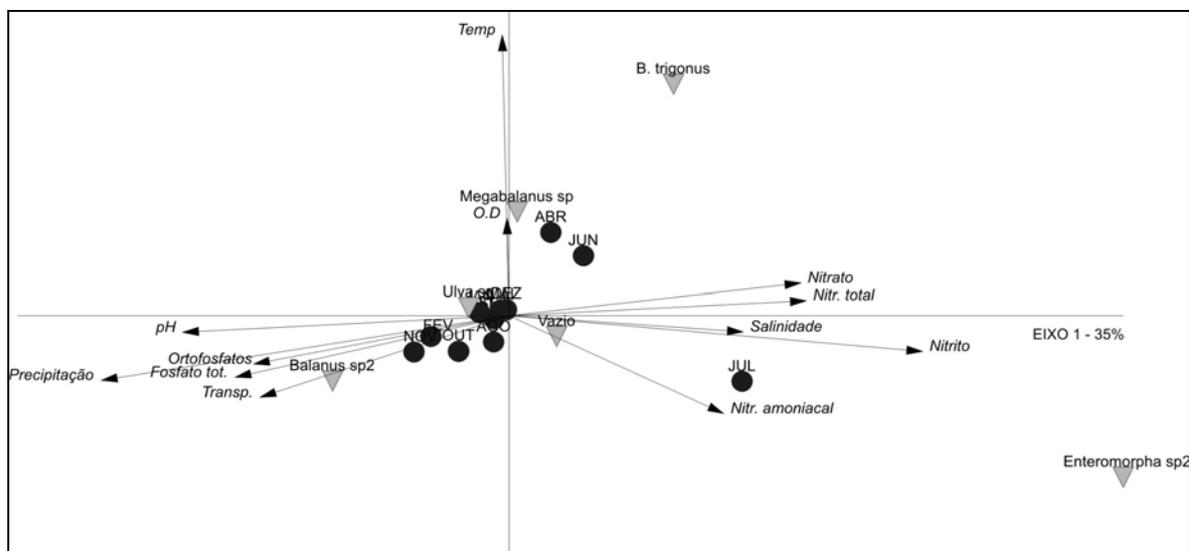


Figura 34. Análise de correlação canônica incluindo objetos (porcentagem de cobertura dos táxons mais abundantes; > 5% de cobertura em pelo menos um ponto amostral) e descritores (parâmetros físico-químicos, nutrientes e precipitação) nos diferentes meses no Ponto 3.

No Ponto 4, o eixo 1 apresentou explicação de 43%. *E. intestinalis*, *O. dichotoma* e Rodophyta sp1 correlacionaram-se com temperatura, transparência, precipitação, nitrogênio amoniacal, pH, O.D. e ortofosfatos (negativamente ao eixo 1). *B. trigonus*, espaço vazio e *Enteromorpha* sp, correlacionaram-se (positivamente ao eixo 1) com nitrito, nitrato, nitrogênio total, fósforo total e salinidade (Fig. 35).

fenômeno conhecido como “reciclagem interna do sedimento” (Davies, 2004; Sterza & Fernandes, 2006). Estes últimos constataram o mesmo efeito em trabalho sobre a hidrodinâmica do estuário do Rio Paraíba do Sul (Campos dos Goytacazes, RJ). De acordo com Baumgarten *et al.*, (1996), processos biogeoquímicos que ocorrem nos sedimentos podem alterar a qualidade da água sobrejacente, o que explicaria a maior concentração dos nutrientes fosfatados nas porções externas do canal.

Águas estuarinas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, porém ricas em nutrientes são características de águas poluídas por esgoto doméstico (Mayer-Pinto & Junqueira, 2003; Marques Junior *et al.*, 2006; Vizzini & Mazzola, 2006), que agem como fator de estresse ambiental. Durante os meses de verão, foram encontrados elevados valores médios de nitrato e nitrogênio total nos pontos internos. Valores elevados destes compostos também foram observados por Barroso & Dias (1997) e Barroso *et al.*, (1997) no sistema estuarino do Canal da Passagem (próximo a área estudada, ao norte da Ilha de Vitória). Esta condição de elevados valores de nitrato disponível na coluna de água também foi registrada por Silva *et al.*, (2008) ao estudar as características do efluente marinho da aquicultura de camarões (10 mg/l). Ambientes sujeitos a estresse ambiental promovido por aporte de nutrientes são considerados locais de baixa riqueza e diversidade de espécies (Clarke & Warwick, 2001; Nalesso *et al.*, 2005). Nos pontos PI e PMI em que foram registrados valores significativamente superiores de nutrientes nitrogenados e menores concentrações médias de oxigênio dissolvido (5,5 mg/l e 6,5 mg/l respectivamente) quando comparados aos pontos externos, foram obtidos valores significativamente inferiores de riqueza e diversidade média de táxons, além da dominância significativamente superior (ambiente dominado pelo tufo, > 70% de cobertura). Já os pontos PE e PME, mais influenciados pelas águas costeiras, com teores mais elevados de oxigênio dissolvido e com valores significativamente inferiores de nutrientes nitrogenados em relação aos pontos mais internos, apresentaram as maiores riqueza e diversidade de espécies e menores valores da dominância. Sendo assim, percebe-se a influência negativa do estresse ambiental nos pontos internos sobre a riqueza e diversidade local.

Nesse estudo, dos 11 parâmetros monitorados na coluna de água, cinco apresentaram diferenças significativas entre as estações chuvosa (verão) e

inverno (seca) em PI (temperatura, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total). Cinco em PMI (salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, nitrato e nitrogênio total), sete em PME (salinidade, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total) e sete no PE (salinidade, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total). Estes resultados corroboram os dados apresentados por Sterza (2002) e Sterza & Fernandes (2006), (únicos existentes no local) que evidenciaram a sazonalidade na concentração dos nutrientes no canal do Porto de Vitória. Estes estudos sugerem que a sazonalidade é promovida pela descarga pluvial mais intensa na estação chuvosa, a qual dilui a carga orgânica nos corpos de água que deságuam do Canal do Porto, diminuindo a concentração dos nutrientes despejados na área estudada e refletindo assim em um menor grau de eutrofização local. Do contrário, nas épocas de seca (meses de inverno), a carga de nutrientes despejados são mais concentradas, devido a menor diluição das águas continentais, resultado da menor precipitação.

Apesar dos meses de verão apresentarem maior média de precipitação pluviométrica total (105,5 m) do que o inverno (54 mm), nesta última estação, as chuvas foram constantes. Além disso, em junho e julho de 2006 foi registrada uma maior precipitação do que em janeiro e fevereiro do mesmo ano. Logo, percebe-se que no inverno as chuvas foram mais constantes e em alguns meses até maiores que nos meses de verão. À exceção da nitrogênio amoniacal (quando esta apresentou diferenças significativas nos pontos entre as estações), os demais nutrientes apresentaram valores inferiores nos meses de inverno (quando constatada diferença significativa entre as épocas do ano por ponto), evidenciando o efeito da sazonalidade nos parâmetros. Deste modo, a sazonalidade fica evidente, no entanto invertida (resultado de um ano atípico nos padrões de precipitação pluviométrica). Do ponto de vista da qualidade da água em função da descarga de nutrientes, os meses de inverno apresentaram melhores condições que o verão. As melhores condições da massa de água no inverno (menores concentrações dos nutrientes) refletiram em uma maior diversidade e menor dominância das espécies nessa época no ponto mais interno (PI).

A estrutura da comunidade bentônica estudada apresentou pequena variação sazonal. Apenas o PI apresentou diferenças nos valores de diversidade

e dominância entre as estações do ano. De fato, os resultados indicam que os padrões espaciais são mais importantes do que os temporais na estruturação das comunidades macrobentônicas estudadas.

Os pontos internos PI e PMI apresentaram uma maior abundância de espécies resistentes a ambientes antropizados, como as esponjas *Tedania ignis* e *Hymeniacidon heliophila*. Estas espécies são reconhecidamente de hábitos generalistas que conseguem habitar ambientes poluídos como baías e áreas portuárias (Muricy & Hadju, 2006). Além disso, estes gêneros apresentam grande plasticidade adaptativa (Carballo *et al.*, 1996), refletindo na maior porcentagem de cobertura destas espécies em PI e PMI (> 15%).

Terminais portuários são prioritariamente construídos em áreas abrigadas como enseadas, baías ou estuários. Suas atividades rotineiras, além de dragagens para manutenção dos canais de navegação, afetam a composição e distribuição das comunidades bentônicas marinhas nesses ambientes, através da remoção e suspensão do material sedimentar, que aumentam a taxa de material particulado na coluna d'água promovendo maior turbidez local (Angonesi *et al.*, 2006). A suspensão do material sedimentar é prejudicial aos organismos sésseis, refletindo em um estress ambiental, visto que interfere na alimentação e respiração, fechando e/ou entupindo as estruturas responsáveis por estas funções como sifão, brânquias, poros (Perkins 1974; Maughan, 2001).

No presente estudo, ficou evidente a separação da biota em dois ambientes distintos, provavelmente influenciada pelo sedimento oriundo das porções internas do canal. Este sedimento é disperso na coluna de água a partir dos pontos internos (PI e PMI) e depositados nas porções externas da área de estudo (PME e PE). As porções internas do canal de acesso ao Porto de Vitória apresentam um estreitamento em sua largura quando comparados aos pontos externos, promovendo um aumento na velocidade da água nas partes internas do canal (Donatelli, 1998; Mao *et al.*, 2004). Dessa forma, todo o material sedimentar em suspensão decorrente das atividades de dragagem e manobras dos navios que acessam o porto nos pontos PI e PMI é carregado e depositado nas porções externas do canal (PME, PE). No entanto, não foram encontrados dados bibliográficos de fluxo de corrente e dispersão de partículas no local para efeito comparativo. Vale ressaltar que algumas coletas tiveram que ser temporariamente interrompidas pela baixa visibilidade promovida pelo volume de material em

suspensão decorrente da dragagem nas partes internas da área estudada. Apesar dos pontos externos estarem mais próximos ao mar aberto, a saída do canal do Porto de Vitória se dá para a Baía do Espírito Santo (detalhe observado na Figura 1). Tal conformidade faz com que o local não receba as fortes correntes provindas de nordeste que poderiam dispersar a pluma do estuário e carrear esses sedimentos para o mar.

De acordo com Zalmon (1995), a forma de crescimento de um organismo pode estar associada a suas habilidades competitivas. Nos locais com maior porcentagem de cobertura do substrato por sedimento (como o PME e PE), foram registradas espécies com crescimento vertical como o octoral *Carijoa riisei*, o hidróide *Dynamena* sp e o briozoário *Scrupocellaria cornigera*, ou sedentários vágeis como os equinodermas *Echinaster brasiliensis* e *Lytechinus variegatus*. Tais adaptações morfológicas favorecem os indivíduos em condições de forte sedimentação, pois estes organismos permanecem acima do substrato filtrando/capturando alimento, ou mesmo podem se locomover para áreas mais propícias à alimentação (Stevens & Connolly, 2003).

L. variegatus desempenha um importante papel na cadeia detritívora marinha (Drifmeyer, 1981), se alimentando de algas e defecando bolotas fecais com material orgânico particulado. No entanto, vale ressaltar que praticamente não foram encontradas algas nos locais estudados. Tal fato sugere que esta espécie pode estar se alimentando de outros materiais orgânicos disponíveis (Hammer *et al.*, 2004).

Além da descarga de nutrientes e a sedimentação promovida por despejo de águas continentais e atividades de dragagens, áreas de portos e baías são focos prioritários para a chegada de espécies invasoras. As invasões de espécies exóticas aumentaram nos últimos 20 anos em todo o mundo com o aumento do tráfego marítimo, uso de embarcações maiores e mais rápidas e a intensificação do tráfego internacional (Carlton, 1996; Bax *et al.*, 2003). Apesar de não serem encontradas espécies exóticas no presente estudo, no Estado do Espírito Santo existe o risco em potencial de invasões marinhas, pois o estado se localiza entre regiões de grande tráfego marítimo nacional e internacional.

Dragagens podem alterar o regime hidrográfico, modificando as características bioquímicas do sistema e abrindo oportunidades para a substituição de espécies (Driesche & Driesche 2001; Silva *et al.*, 2004). Estudos

de monitoramento em longo prazo são uma ferramenta necessária para avaliar os impactos promovidos por essas atividades sobre as comunidades marinhas locais. Assim, é possível determinar se eventuais mudanças na estrutura destas comunidades são resultado de efeitos antrópicos ou decorrentes de variações naturais destas populações (Pagola-Carte & Saiz-Salinas, 2001; Widdicombe & Austen, 2001).

Os resultados obtidos no canal de acesso ao Porto de Vitória demonstram uma variação espacial nas características da massa de água local e na estrutura da comunidade macrobentônica do infralitoral consolidado ao longo da área de estudo (~2 km). A variação espacial da comunidade bentônica foi relacionada às diferentes concentrações de nutrientes nas partes internas e externas do canal, aos maiores valores de salinidade, oxigênio dissolvido e transparência nos pontos externos, e ainda aos padrões diferenciados de maior sedimentação nas partes externas do canal. Este estudo corrobora os dados de Saiz-Salinas & Urkiaga-Alberdi (1999), cuja fauna de invertebrados no Porto de Bilbao, Espanha, em uma escala espacial similar (~3km), apresentou-se muito variável e significativamente relacionada à turbidez local.

6.2 Influência antropogênica no recrutamento da comunidade bentônica em substrato experimental (bioincrustação) – Baía de Vitória

Nesse estudo, dentre os parâmetros físico-químicos, apenas a temperatura da água não apresentou um gradiente espacial de variação entre os pontos (média de 11 meses). A tendência crescente nas concentrações médias do pH, salinidade, transparência e oxigênio dissolvido desde o P1 em direção ao P4 refletem as condições de águas costeiras influenciando os pontos mais distantes (P2, P3 e P4), enquanto as águas continentais provindas do Canal da Costa influenciaram o ponto P1. Dentre os nutrientes apenas o ortofosfatos e nitrogênio amoniacal apresentaram diferenças significativas entre os pontos, no entanto todos os demais apresentaram tendência decrescente a medida em que se afasta da fonte poluidora. A elevada concentração de nitrato e nitrogênio (~ 35mg/l) total principalmente nos pontos 1 e 2 deve-se pela pluma de esgoto *in natura* que alcançava estes locais durante coletas das amostras (obs. pess.).

Warner & Cowen (2002), sugerem que em pequenas escalas (metros ou dezenas de metros), a maior parte das populações é aberta (os adultos são

mantidos pela chegada de indivíduos novos de outros locais), ou seja, a produção local não influencia no recrutamento e vice-versa. Do contrário (em largas escalas), as populações são fechadas. Apesar disso, Swearer *et al.*, (2002) sugerem que em alguns casos as larvas são capazes de recrutar em sua área de origem (*self-recruitment*). O breve período pelágico das espécies marinhas (especialmente as bentônicas) evidencia um importante aspecto na dispersão e colonização de novos ambientes, pois esses organismos apresentam movimentos limitados (váveis) ou nulos (sésseis) quando adultos (Cowen *et al.* 2006). No entanto, apesar de representar um curto período a fase larval anterior ao assentamento e recrutamento é de extrema importância para a colonização de novas áreas (Chícharo & Chícharo, 2001). Este período (curto, quando comparado à todo o tempo de vida destes organismos) pode variar de alguns dias (briozoários, poríferas, macroalgas), semanas (poliquetas, moluscos, gastropodes) ou meses (equinodermas e crustáceos) (Bradbury *et al.*, dados não publicados – manuscrito submetido).

O recrutamento não é garantia de sobrevivência até a fase adulta. Frascetti *et al.* (2003) citam as interações entre adultos e recrutas, competição intra/interespecífica pelo substrato, bioturbação, epibiose, limitações de alimento e predação como fatores no processo de pós-assentamento, os quais podem prejudicar o estabelecimento dos recrutas até a fase adulta. Conforme observado durante os 12 meses de estudo, o ponto P1 apresentou um total de 11 táxons diferentes como recrutas no substrato analisado. Quando observado o costão rochoso submerso adjacente a área do P1, o substrato consolidado apresentava-se ocupado apenas por biofilme bacteriano e cirripédios (observação pessoal). Nesse caso, além dos fatores supra-citados, os fatores ambientais (características físico-químicas) adjacentes interferiram negativamente no desenvolvimento dos organismos e posterior estruturação das comunidades incrustantes.

Apesar do espaço vazio ocorrer em todos os pontos amostrais, o mesmo foi superior (acima de 80%) no P1 nos meses de maior precipitação (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro). Tal fato sugere que a descarga de água do continente menos salina e que influencia na sedimentação, afeta negativamente o recrutamento dos organismos incrustantes nesse local. De fato, todas as quatro placas no mês de janeiro estavam completamente recobertas por sedimento (ANEXO 2), o que pode ter impedido ou dificultado o assentamento e posterior

recrutamento dos organismos no P1 nesse mês e resultado em 100% de espaço vazio. Como constatado por Zalmon (1995) em placas experimentais na Baía da Guanabara, nos meses chuvosos foram registrados maior número de táxons extintos quando comparada a estação seca. Este fato foi visivelmente evidente no P1, durante época de maior pluviosidade (meses de verão) conforme relatado acima.

Todos os quatro pontos foram colonizados principalmente pelos cirripédios e algas verdes nos diferentes meses de estudo. Destes, *Ulva* sp demonstrou um caráter oportunista (espécie com características que a habilitam a responder rapidamente aos distúrbios, Norkko *et al*, 2006) recrutando em todos os quatro pontos ao longo de praticamente todos os meses. À exceção nos meses de novembro, dezembro e janeiro no P1. Nesse período, a intensa precipitação promoveu grande sedimentação local (resultando em grande quantidade de espaço vazio), diminuindo a transparência da água (chegando a 50 cm de visibilidade) e impedindo o recrutamento de *Ulva* sp. Este fato sugere a redução da performance fotossintética de *Ulva* sp., resultado de baixa irradiância solar, conforme relatado por Nassar & Yoneshigue-Valentin (2005). Apesar disso, em estudo realizado na Praia de Camburi (Vitória, ES), dentro da Baía do Espírito Santo (próximo a área deste estudo), Nassar & Yoneshigue-Valentin (2006) encontraram exemplares de *Ulva fasciata* com até 0,25mg de massa úmida de minério de ferro particulado sob suas frondes, demonstrando grande resistência desta alga a ambientes antropizados.

A comunidade de recrutas apresentou-se melhor estruturada a medida em que se afasta da fonte pontual de poluição. Neste local foi registrado menor quantidade de espaço vazio que os demais (< 40%), em praticamente todos os meses, resultando em maior ocupação do espaço. Logo, percebe-se que o espaço não foi um fator limitante para o recrutamento, assim como em Krohling & Zalmon (2008). Para efeito de comparação, no norte do Estado do Rio de Janeiro foram registrados valores médios entre 25% e 60% de espaço vazio em placas de recrutamento afundadas a aproximadamente 9 metros de profundidade (Krohling *et al*, 2004).

O P4 apresentou os maiores valores médios de riqueza, diversidade e menor dominância que os demais na maioria dos meses. No entanto, vale ressaltar a grande variação dos valores médios dos índices ecológicos nos meses

de dezembro, janeiro e fevereiro. Nesses meses a alta precipitação pluviométrica pode ter sido a responsável pela diminuição da riqueza e diversidade de recrutas em praticamente todos os quatro pontos estudados. Além disso, fatores estocásticos como diminuição do suprimento larval podem ter contribuído para o declínio abrupto da população de recrutas nesse período (Caley *et al*, 1996). De fato, o suprimento larval é de extrema importância para populações abertas, aquelas em que os indivíduos adultos necessitam de suprimento larval de outras populações (Hughes *et al*, 2000; Fraschetti *et al*, 2003), como é o caso das comunidades bentônicas.

Conforme observado, as análises de similaridade indicaram a separação dos dois pontos extremos (P1 e P4) na maioria dos meses. No entanto, vale ressaltar que no mês de julho ocorreu maior similaridade entre os Pontos 2, 3 e 4 principalmente pela maior porcentagem de cobertura de *Enteromorpha* sp2.

Pode-se observar que a precipitação pluviométrica esteve negativamente relacionada aos nutrientes nos pontos 1 e 2, indicando uma provável diluição destes compostos no período de chuvas (conforme discutido anteriormente) principalmente no P1.

7. Conclusões e Considerações finais

Os resultados obtidos indicam que a comunidade macrobentônica do infralitoral consolidado do canal do Porto de Vitória está distribuída ao longo de um gradiente físico-químico resultante da ocorrência de duas massas de água distintas (continental e costeira) e das atividades de dragagem local. Tais características resultaram em dois grupamentos bentônicos, promovido pelas variações nos parâmetros físico-químicos e nutrientes da água no Porto de Vitória.

As águas do Porto de Vitória apresentaram uma variação sazonal quanto à temperatura, salinidade, transparência, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e nitrogênio total, embora não refletindo em mudanças na estrutura da comunidade bentônica do substrato consolidado local. No entanto o efeito da sazonalidade observado foi contrário ao esperado. As melhores condições da água (menor descarga de nutrientes) ocorreu nos meses de inverno. Estes fatos levam à concordância com a hipótese de variação espacial na estrutura da comunidade bentônica em função de condições de maior e menor

estresse ambiental (pontos internos e externos, respectivamente) ao longo do Canal do Porto de Vitória.

Os resultados obtidos constatam que o recrutamento por si só, não representa garantias de sucesso até a fase adulta, sugerindo que outros fatores pós-assentamento (ex. interações adultos/recrutas, competição intra/interespecífica pelo substrato, bioturbação, epibiose, limitações de alimento e predação), podem ser determinantes como agentes estruturadores da comunidade bentônica local. O recrutamento dos organismos incrustantes nos painéis experimentais foi influenciado tanto pela distância da fonte poluidora quanto pelo fator temporal (meses dos anos). Além disso, a precipitação pluviométrica demonstrou ser um importante fator estrutural da comunidade de recrutas no ponto mais próximo da descarga orgânica. Estes fatos levam a aceitação da segunda hipótese proposta para esse trabalho que determinava que o recrutamento das espécies bentônicas diferirá na sua composição em função da distância de uma fonte poluidora (poluentes orgânicos).

O Estado do Espírito Santo passa por um período de profundo crescimento urbano/industrial que fatalmente acarretará em efeitos deletérios para o ecossistema marinho (e todas as suas comunidades associadas) não só na Região da Grande Vitória, como também no sul do Estado. Em ambientes antropizados, sujeitos à influência direta de atividades humanas (como os locais estudados), monitoramentos a longo prazo são uma ferramenta útil para a avaliação dos impactos que tais comunidades vêm e estarão sofrendo.

Dada à inexistência de dados pretéritos sobre a estrutura das comunidades bentônicas de substrato consolidado na região, este estudo pretende contribuir com informações que possam ser utilizadas no futuro como base de dados e fonte de comparação.

Estudos confiáveis das características oceanográficas locais (taxas de sedimentação, fluxo de correntes, estratificação da coluna de água, dentre outros), concomitantemente ao monitoramento da biota, devem ser realizados periodicamente (como estudos prioritários) a fim de melhor diagnosticar os efeitos das ações antrópicas no ecossistema marinho local, bem como sugerir ações mitigadoras frente aos impactos que o local vem sofrendo.

Em estudos futuros de recrutamento dos organismos incrustantes, recomenda-se o monitoramento concomitante do plâncton local para a avaliação

do estoque larval quanto à fonte de larvas, abundância e variações sazonais, a fim de correlacionar ao recrutamento destes organismos.

8. Referências bibliográficas

- Airoldi, L. 2003. The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 41: 161-236.
- Angonesi, L.G., Bemvenuti, C.E., Gandra, M.S. 2006. Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2A): 413-420.
- Barnes, D.K.A. 2002. Invasion by marine life on plastic debris. *Nature*, 416: 808-809.
- Barroso, G. F. & Dias Jr., C. 1997. Avaliação preliminar da qualidade da água no Canal da Passagem / Manguezal do Lameirão. VIII Seminário Regional de Ecologia, São Carlos.
- Barroso, G. F., Dias Jr., C. & Güntzel, A. 1997. Preliminary assessment eutrophication potential of sewage effluents of four wastewater treatment plants in Espírito Santo State (Brazil). *Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie*, 26: 666-670.
- Baumgarten, M.G., Rocha, J.M.B. Niencheski, L.F.H. 1996. *Manual de análises em oceanografia química*. Ed. Furg. Rio Grande, 132p.
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., Geeves, W. 2003. Marine invasive alien species: A threat to global Biodiversity. *Marine Policy*, 27: 313–323.
- Beukema, J.J., Cadée, G.C., Dekker, R. 2002. Zoobenthic Biomass limited by phytoplankton abundance: Evidence from parallel changes in two long-term data series in the Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 48: 111-125.
- Boer, W.F., Prins, H.H.T. 2002. Human exploitation and benthic community structure on a tropical Intertidal flat. *Journal of Sea Research*, 48: 225-240.
- Bradbury, I.R., Laurel, B., Snelgrove, P.V.R., Bentzen, P., Campana, S.E. Drifting into the light: Illuminating global trends in marine dispersal. Dados não publicados – manuscrito submetido.
- Brigante, J., Espíndola, E.L.G. 2003. *Limnologia fluvial: Um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Rima Editora, 278p.

- Caley, M.J., Carr, M.H., Hixon, M.A., Hughes, T.P., Jones, G.P., Menge, B.A. 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 27: 477-500.
- Carballo, J.L.; Naranjo, S.A. García-Gómez, J.C. 1996. Use of marine sponges as stress indicators in marine ecosystems at Algeciras Bay (southern Iberian Peninsula). *Marine Ecology Progress Series*, 135: 109-122.
- Carmouze, J.P. 1994. O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Fundamentos Teóricos, Métodos de Estudo e Análises Químicas. *Edgard Blucher*, São Paulo. 233pp.
- Carlton, J.T. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological conservation*, 78: 97-106.
- Carlton, J.T. 2001. Introduced species in U.S. coastal waters: Environmental impacts and management priorities. *Pew Oceans Commission*, Arlington, Virginia, 29pp.
- Castro, A. J.L. 1999. Macroalgas exóticas y su presencia en mares venezolanos. 1999. *Acta Scientifica Venezuelana*, 50: 11-14.
- BOAVENTURA, D., P. RÉ., L.C. FONSECA., S.J. HAWKINS. 2002. Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns. *Marine Ecology* 23 (1): 69-90
- Castro, N.G.D., Valadares, A.P. 2008. Estudo comparativo entre as comunidades de Polychaeta (Annelida), do costão rochoso situado na Praia da Costa, Vila Velha – ES, impactados pela exposição de efluentes domésticos. Resumo III Congresso Brasileiro de Oceanografia.
- Chagas, L.P. Joyeux, J-C., Fonseca, F.R. 2006. Small-scale spatial changes in estuarine fish: subtidal assemblages in tropical Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 86(4): 861-875.
- Chícharo, L., Chícharo, M.A. 2001. Effects of environmental conditions on planktonic abundances, benthic recruitment and growth rates of the bivalve mollusc *Ruditapes decussatus* in a Portuguese coastal lagoon. *Fisheries Research*, 53(3): 235-250.
- Chollett, I., Bone, D. 2007. Effects of heavy rainfall on polychaetes: Differential spatial patterns generated by a large-scale disturbance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 340: 113–125.

- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to Statistical Analysis and Interpretation. 2nd edition, Primer-E, Plymouth, 165pp
- Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E., Eaton, A.D. 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. American Public Health Association, Washington, D.C, 1325pp.
- Committee on Ships' Ballast Operations. 1996. Stemming the tide. Washington D.C. *Nacional Academy os Sciences*, 141pp.
- Connell, J.H. 1985. The Consequences of Variation initial Settlement Vs. Post-Settlement Mortality in Rocky Intertidal Communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 93:11-45.
- CODESA - Companhia Docas do Espírito Santo, 2002. Movimentação de carga Porto de Vitória. Relatório Técnico.
- Cowen, R.K., Paris, C.B., Srinivasan, A. 2006. Scaling of Connectivity in Marine Populations. *Science*, 311: 522-527.
- CPVV - Companhia Portuária Vila Velha, 2005. Plano de monitoramento da biota marinha no entorno da Companhia Portuária Vila Velha– CPVV. Relatório Técnico.
- Crowe, T.P., Thompson, R.C., Bray, S., Hawkins, S.J. 2000. Impacts on anthropogenic stress on rock intertidal communities. *Journal os Aquatic Ecosystem and Recovery*, 7: 273-297.
- Currie, D.R., Parry, G.D. 1999. Changes to benthic communities over 20 years in Port Phillip Bay, Victoria, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 38: 36-43.
- Davies, P. 2004. Nutrient processes and chlorophyll in the estuaries and plume of de Gulf of Papua. *Continental Shelf Research*, 24: 2317– 2341.
- de Paula, A.F., Purcell ,C.A., D.D., Cupelo, A.C.G., Abílio, G.S., Vellozo, T.G., Santos, V.S., Loureiro, L.F. 2005. Caracterização da comunidade bêntica no Canal de Passagem e Canal do Porto da Baía de Vitória (ES). II Congresso Brasileiro de Oceanografia.
- Dias, I.P., Santos, F.A.D., Thomazi, R.D., Kiffer Junior, W.P., Sá, F.S. 2008. Distribuição espacial de moluscos em substrato inconsolidado na Baía de Vitória, Espírito Santo, III Congresso Brasileiro de Oceanografia
- Donatelli, M.R. 1998. Modelagem matemática da hidrodinâmica e da qualidade de água da Baía de Vitória. Dissertação de Mestrado, Engenharia Ambiental, UFES, 192p.

- Douglas, M.M., O'Connor, R.A. 2003. Effects of the exotic macrophyte, para grass (*Urochloa mutica*), on benthic and epiphytic macroinvertebrates of a tropical floodplain, *Freshwater Biology*, 48: 962–971.
- Driesche, J.V., Driesche, R.V. 2001. Guilt until proven innocent: Preventing nonnative species invasions. *Conservation Biology in Practice*, 2: 2-10.
- Drifmeyer, J.E. 1981. Urchin *Lytechinus variegatus* grazing on Eelgrass, *Zoostera marina*. *Estuaries*, 4(1): 374:375.
- Dumas, P., Kulbicki, M., Chifflet, S., Fichez, R., Ferraris, J. 2007. Environmental factors influencing urchin spatial distributions on disturbed coral reef (New Caledonia, South Pacific). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 344: 88-100.
- Esteves, F.A. 1988. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 574p.
- Fasola, M., Canova, L. Foschi, F., Noveli, O., Bressan, M. 1997. Resource use by a mediterranean rocky slope fish assemblage. *Mar. Ecol.* 18(1): 51-66.
- Falkowski, P.G. 1994. The role of phytoplankton photosynthesis in global biogeochemical cycles. *Photosynthesis Research*, 39: 235-258.
- Fernandes, F.C. Rapagnã, L.C., Bueno, G.B.D. 2004. Estudo da população do bivalve exótico *Isognomom bicolor* (C. B. Adams, 1845) (Bivalvia, Isognomidae) na Ponta da Fortaleza em Arraial do Cabo – RJ in Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Fernandes, L.L., Sterza, J.M., Neves, K.O. 2005. Seasonal Chaetognath abundance and distribution in a tropical estuary (southeastern, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 53 (1/2): 47-53.
- Ferreira, C.E.L. 2003. Non-indigenous corals at marginal sites. *Coral Reefs*, 22: 498.
- Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., Coutinho, R. 2004. Ship hulls and oil platforms as potential vectors to marine species introduction. *Journal of Coastal Research*, 39: (Proceedings of the 8th International Coastal Symposium) Itajaí, SC.
- Field, J.G., Clarke, K.R., Warwick, R.M. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8:37-52.
- Fraschetti, S., Giangrande, A., Terlizzi, A., Boero, F. 2003. Pre- and post-settlement events in benthic communities. *Oceanol Acta*, 25: 285-295.

- Garcia-Meunier, P., Martel, C., Pigeot, J., Chevalier, G., Blanchard, G., Gouletquer, P., Robert, S., Sauriau, P. 2002. Recent invasion of the Japanese oyster drill along the French Atlantic coast: identification of specific molecular markers that differentiate Japanese, *Ocenebrellus inornatus*, and European, *Ocenebra erinacea*, oyster drills. *Aquat. Living Resour*, 15: 67–71.
- Grall, J., Chauvaud, L. 2002. Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts. *Global Change Biology*, 8: 813-830.
- Guimarães, J.R.D., Penna-Franca, E. 1985. ^{137}Cs , ^{60}Co , and ^{125}I bioaccumulation by seaweeds from the Angra dos Reis nuclear power plant region. *Marine Environmental Research*, 16: 77-93.
- Habtec Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Relatório Ambiental da área de dragagem de manutenção da baía e canal portuário de Vitória, na cidade de Vitória, Espírito Santo. Relatório técnico.
- Hammer, B.W., Hammer, H.S., Watts, S.A., Desmond, R.A., Lawrence, J.M., Lawrence, A.L. 2004. The effects of dietary protein concentration on feeding and growth of small *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea). *Marine Biology*, 145: 1143–1157.
- Hayes, K.R. 1998. Ecological risk assessment for ballast water introductions: A suggested approach. *Journal of Marine Science*, 55: 201–212.
- Hedge, P., Kriwoken, L.K. 2000. Evidence for effects of *Spartina anglica* invasion on benthic macrofauna in Little Swanport estuary, Tasmânia. *Austral Ecology*, 25: 150–159.
- Hewitt, C.L., Martin, R.B. 2001. Revised protocols for baseline port surveys for introduced marine species: Survey design, sampling protocols and specimen handling. Centre for Research on Introduced Marine Pests. Technical Report N° 22. CSIRO Marine Research, Hobart. 46pp.
- Hillebrand, H., Worm, B., Lotze, H.K. 2000. Marine microbenthic community structure regulated by nitrogen loading and grazing pressure. *Marine Ecology Progress Series*, 204: 27-38.
- Hoedt, F.E., Choat, H., Cruz, J.J., Collins, J.D. 2001. Sample collection methods and practical considerations for introduced species' surveys at tropical ports. Technical Report N° 35. CRC Reef Research Centre, 41pp.
- Hughes, T.P., Baird A.H., Dinsdale, E.A., Moltschaniwskyj, N.A., Pratchett, M.S., Tanner, J.E., Willis B.L. 2000. Supply-side ecology works both ways: The link

- between benthic adults, fecundity, and larval recruits. *Ecology*, 81(8): 2241-2249.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2000. Censo demográfico 2000, <<http://www.censo.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31&uf=32>> acessado em julho 2004.
- Instituto Estadual do Meio Ambiente – EMA, 2008. Atlas de Ecossistemas do Espírito Santo. Vitória, ES. 504p.
- International Maritime Organization – IMO, 1997. Diretrizes para o controle e gerenciamento da água de lastro dos navios, para minimizar a transferência de organismos aquáticos nocivos e agentes patogênicos, Resolução A.868(20)-IMO.
- Jackson, J.B.C. 2001. What was natural in the coastal oceans? *PNAS, Colloquium*, 98(10): 5411-5413.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Bosford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.P., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293: 629-638.
- Jesus, H.C.; Costa, E.A., Mendonça, A.S. 2004. Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos do Sistema Estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, 27(3): 378-386.
- Jickells, T.D. 1998. Nutrient biogeochemistry of the coastal zone. *Science*, 281: 217-222.
- Joyeux, J-C.; Campanha Filho, A.C., Jesus, H.C. 2004 (a). Trace Metal Contamination in Estuarine Fishes from Vitória Bay, ES, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(5): 765-774.
- Joyeux, J.C., Pereira, B.B. De Almeida, H.G. 2004 (b). The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance into a Brazilian tropical estuary. *Journal of Plankton Research*, (26): 1277–1287.
- Jumars, P.A., Nowell, A.R.M. 1984. Effects of benthos on sediment transport: Difficulties with functional grouping. *Continental Shelf Research*, 3: 115-130.
- Kennedy, A.D., Jacoby, C.A. 1999. *Environmental Monitoring Assessment*, 54: 47-68.

- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, Publisher, New York. 654 pp.
- Krohling, W., Brotto, D.S., Zalmon, I.R. 2004. Fouling community recruitment on an artificial reef in the north coast of Rio de Janeiro State. *J. Coast. Res.* SI: 39.
- Krohling, W., Zalmon, I.R. 2008. Epibenthic colonization on an artificial reef in a stressed environment of the north coast of the Rio de Janeiro State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(1): 213-221.
- Lavoie, D. M., Smith, L.D., Ruiz, G.M. 1999. The potential for intracoastal transfer of non-indigenous species in the ballast water of ships. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48:551–564.
- Loureiro, E.D.R., Moraes, R.B.C., Almeida, T.C.M. 2001. Influência da poluição da Baía de Guanabara na infecção parasitária de mexilhões *Perna perna* (Linne, 1758), in Efeitos de poluentes em organismos marinhos. *Arte & Ciências Villipress*, São Paulo 285pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179p.
- Mandaville, S.M. 2002. *Benthic macroinvertebrates in freshwaters: Taxa tolerance values, metrics, and protocols*. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax, 128pp.
- Mansur, M.C.D., Santos, C.P., Darrigran, G., Heydrich, I., Callil, C.T., Cardoso, F.R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 75-84.
- Mansur, M.C.D., Callil, C.T., Cardoso, F.R., Ibarra, J.A.A. 2004. Uma retrospectiva e mapeamento da Invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul in Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Mao, Q.; Shi, P.; Yin, K.; Gan, J. & Y. Qi. 2004. Tides and tidal currents in the Pearl River Estuary. *Continental Shelf Research*, 24: 1797-1808.
- Marques Junior, A.N.; Crapez, M.A.C. & C.D.N. Barboza. 2006. Impact of the Icaraí Sewage Outfall in Guanabara Bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(4): 643-650.

- Maughan, B.C. 2001. The Effects of Sedimentation and light on recruitment and development of a temperate, subtidal, epifaunal community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.*, 256: 59-71.
- Mayer-Pinto, M., Viana, M.S., Lavraqdo, H.P., Silva, T.A., Silva, S.H.G. 2000. Epibiosis on barnacles at Angra dos Reis, RJ: eutrophication effects. *Nauplius*, 8(1): 55-61.
- Mayer-Pinto, M., Junqueira, A.O.R. 2003. Effects of organic pollution on the initial development of fouling communities in a tropical bay, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 1495-1503.
- Muricy, G., Hadju, E. 2006. Porifera Brasiliis: Guia de identificação das esponjas marinhas do sudeste do Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro. 104p.
- Nalesso, R.C.; Joyeux, J-C., Quintana, C.O. 2005. Soft-Bottom Macrobenthic Communities of the Vitória Bay Estuarine System, South-Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53: (1/2):23-38
- Nassar, C.A.G., Yoneshigue-Valentin, Y. 2005. Retenção de minério de ferro particulado e sua influência na fotossíntese de macroalgas. In: Reunião Brasileira de Ficologia, 10: Salvador, 2004. Formação de ficólogos: Um compromisso com a sustentabilidade dos recursos aquáticos. Anais. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Sociedade Brasileira de Ficologia, 411-421.
- Nassar, C.A.G., Yoneshigue-Valentin, Y. 2006. Iron ore particles on four seaweed species from Camburi Beach (Espírito Santo State, Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2/3): 155-159.
- Neto, A.D.L., Jablonski, S. 2004. O programa Globallast no Brasil in Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Niimi, A.J. 2000. Influence of vessel transit patterns on developing a ballast water treatment strategy for exotic species. *Marine Pollution Bulletin* 40(3): 253-256.
- Norkko, A., Rosenberg, R., Thrush, S.F., Whitlatch, R.B. 2006. Scale- and intensity-dependent disturbance determines the magnitude of opportunistic response. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 195–207.
- Paula, E.J., Oliveira, E.C. 2004. Macroalgas exóticas no Brasil com ênfase à introdução de espécies visando à maricultura in Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Pagola-Carte, S., Saiz-Salinas, J.I. 2001. Cambios en el macrozoobentos de sustrato rocoso del abra de Bilbao: 14 años de seguimiento de la

- recuperación biológica. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 17(1/2): 163-177.
- Perkins, E.J. 1974. *The Biology of Estuaries and Coastal Waters*. Academic Press, London.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo, T. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84: 1–20.
- Power, A.M., Delany, J., McGrath, D., Myers, A.A., O'Riordan, R.M. 2006. Patterns of adult abundance in *Chthamalus stellatus* (Poli) and *C. montagui* Southward (Crustacea: Cirripedia) emerge during late recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 332: 151-165.
- Rilov, G., Gasith, A., Benayahu, Y., 2002. Effect of an exotic prey on the feeding pattern of a predatory snail. *Marine Environmental Research*, 54: 85–98.
- Saiz-Salinas J. I., Urkiaga-Alberdi J., 1999, Faunal responses to turbidity in a manmodified bay (Bilbao, Spain). *Marine Environmental Research*, 47(4): 331–347.
- Sale, P. F. 1991. *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego. pp. 564-598.
- Santos, C.C., Grilo, C.F., Garcia, A.N., Barroso, G.F., Neto, R. R. 2005. Poluição por esgoto doméstico na Baía de Vitória/Canal da Passagem. II Congresso Brasileiro de Oceanografia.
- Sax, D.F., Gaines, S.D., Brown, J.H. 2002. Species invasions exceed extinctions on Islands Worldwide: A comparative study of plants and birds. *The American Naturalist*, 160(6): 766-783.
- Schaeffer, L, R., Dias-Junior, C. 2005. Distribuição espacial quali-quantitativa do fitoplâncton no canal da passagem, Baía de Vitória e Baía do Espírito Santo (Vitória, Espírito Santo). II Congresso Brasileiro de Oceanografia.
- Scheffer, A. 2001. *Estrutura e Dinâmica de Comunidades Epilíticas de Habitats Artificiais e suas Relações com os Fatores Ambientais na Plataforma Rasa do Estado do Paraná*. Tese de Doutorado, Zoologia, UFPR. 111 pp.
- Semmens, B.X., Buhle, E.R., Salomon, A.K., Pattengill-Semmens, C.V. 2004. A hotspot on non-native marine fishes: Evidence for the aquarium trade as an invasion pathway. *Marine Ecology Progress Series*, 266: 239-244.

- Silva, T.A. 1998. *Efeitos da Eutrofização sobre as Comunidades Incrustantes da Baía da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ*. Dissertação de Mestrado, Ecologia, UFRJ. 96 pp.
- Silva, J.S.V., Fernandes, F.C., Souza, R.C. C.L., Larsen, K.T.S., Danelon, O.M. 2004. Água de lastro e bioinvasão, *in* Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Silva, U.L., Campos, S.S., Correia, E.S. 2008. Efeitos de fertilizantes orgânicos e inorgânicos na abundância de macro e meiobentos e na qualidade da água do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Atlântica*, 30(1): 23-33.
- Souza, R.C.C.L., Fernandes, F.C., Silva, E.P. 2004. Distribuição atual do mexilhão *Perna perna* no mundo: Um caso recente de bioinvasão *in* Água de Lastro e Bioinvasão. *Interciência*, Rio de Janeiro 224pp.
- Souza-Pereira, P.E., Camargo, A.F.M. 2004. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplancônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1): 9-17.
- Sterza, J.M. 2002. Composição e estrutura da comunidade zooplancônica relacionada a hidroquímica no sistema estuarino Baía de Vitória/Canal da Passagem, Vitória, ES. Dissertação de Mestrado, Biociências e Biotecnologia, UENF, 88p.
- Sterza, J. M., Fernandes, L.L. 2006. Zooplankton community of the Vitoria Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54 (2/3):95-105.
- Stevens, T., Connoly, R.M. 2003. Shallow water crinoids are on soft sediments to: Evidence from a video survey of a subtropical estuary. *Bulletin of Marine Science*, 73(3): 593-604.
- Stewart & Malley, 1997. Technical evaluation of molluscs as a biomonitoring tool for the Canadian Mining Industry. CANMET - Aquatic Effects Technology Evaluation (AETE) Program, Project 2.3.1, Part II, pp. 164-248.
- Sutherland, J.P. 1974. Multiple stable points in natural communities. *American Naturalist*, 108: 589-873.
- Svane, I., Petersen, J.K. 2001. On the Problem of Epibioses, Fouling and Artificial Reefs, a Review. *Mar. Ecol.*, 22 (3): 169-188.

- Swearer, S.E., Shima, J.S., Helberg, M.E., Thorrold, S.R., Jones, G.P., Robertson, D.R., Morgan, S.G., Selkoe, K.A., Ruiz, G.M., Warner, R.R. 2002. Evidence of self-recruitment in demersal marine populations. *Bulletin of Marine Science*, 70(1): 251-271.
- Tavares, M., Mendonça Jr. J.B. 1996. *Chardbis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod record from Brazil. *Crustacean Research*, 25: 151-157.
- Tavares, M. 2003. On *Halicarcinus planatus* (Fabricius) (Brachyura, Hymenosomatidae) transported from Chile to Brazil along with the exotic oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). 2003. *Naupilus*, 11: 45-50.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 69: 69-77.
- Thompson, R.C., Crowe, T.P, Hawkins, S.J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29(2): 168-191.
- Underwood, A.J., Fairweather, P.G. 1985. Intertidal Communities: do they have different ecologies or different ecologists? *Proc. Ecol. Soc. Austr.*, 14: 7-16.
- Vallarino, E.A.; Rivero, M.S.; Gravina, M.C., Elias, E. 2002. The community-level response to sewage impact in intertidal mytilid beds of the Southwestern Atlantic, and the use of the Shannon index to assess pollution. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 37(1): 25 – 33.
- Valentin, J.L. 2000. Ecologia Numérica. *Interciência*, Rio de Janeiro, 117pp.
- Vanin, A.M.S.P. 1989. Estrutura e dinâmica da megafauna bêntica na plataforma continental da Região norte do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Oceanografia Biológica, USP, 172 pp.
- Ventura, C.R., Pires, D.O. 2002. Ciclo de vida de invertebrados marinhos, *in* Biologia Marinha, Pereira, R.C., Soares-Gomes, A. (organizadores). Rio de Janeiro: Editora Interciência, 382p.
- Viana, M.S. 2004. Impacto do efluente da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto no recrutamento da comunidade incrustante de Angra dos Reis (RJ). Dissertação de Mestrado, Ecologia, UFRJ, 121pp.
- Vilela, C.G., Sanjinés, A.E.S., Ghiselli Jr., R.O., Mendonça Filho, J.G., Baptista Neto, J.A., Barbosa, C.F. 2003. Search for bioindicators of pollution in the

- Guanabara Bay: Integrations of ecologic patterns. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 26: 22-34.
- Vizzini, S., Mazzola, A. 2006. The effects of anthropogenic organic matter inputs on stable carbon and nitrogen isotopes in organisms from different trophic levels in a southern Mediterranean coastal area. *Science of the Total Environment*, 368: 723-731.
- Warner, R.R., Cowen, R.K. 2002. Local retention of production in marine populations: Evidence, Mechanisms, and consequences. *Bulletin of Marine Science*, 70: 245-249.
- Warwick, R.M. 1986. A New method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92: 557-562.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R. 1991. A comparison of some methods for analyzing changes in benthic community structure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 71: 225-244.
- Widdicombe, S., Austen, M.C. 2001. The interaction between physical disturbance and organic enrichment: An important element in structuring benthic communities. *Limnology and Oceanography*, 46(7): 1720-1773.
- Wolf, H.D., Backeljau, T., Blust, R. 2004. Sensitivity to cadmium along a salinity gradient in populations of the Periwinkle, *Littorina litorea*, Using Time-to-death Analysis. *Aquatic toxicology*, 66: 241-530.
- Zalmon, I.R. 1988. *Estudo de Comunidade Incrustantes sobre Painéis Experimentais em Três Áreas da Baía de Guanabara, RJ, Brasil*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 214pp.
- Zalmon, I.R. 1995. *Variabilidade temporal no agrupamento de organismos sésseis em substrato experimental na Enseada da Urca (Rio de Janeiro, BR): O papel relativo de forças estocásticas e determinísticas*. Tese de Doutorado, Zoologia, USP. 153pp.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. 4nd ed. Prentice-Hall, New Jersey, 663pp.

9. Anexos

9.1 Anexo 1 – Valores médios e desvio padrão mensais dos táxons recrutados nos diferentes pontos amostrais (P1, P2, P3 E P4) entre Agosto de 2006 e Julho de 2007.

Táxons	P1AGO	P2AGO	P3AGO	P4AGO
Balanus sp1	5,0 ± 0,0	17,5 ± 2,9	10,0 ± 5,8	--
Balanus sp2	37,5 ± 10,4	--	15,0 ± 4,1	--
Chlorophyta sp5	11,3 ± 4,8	8,8 ± 4,8	2,5 ± 2,9	5,0 ± 5,8
Cianofíceas filamentosa	--	--	3,8 ± 7,5	17,5 ± 6,5
Enteromorpha intestinales	--	--	5,0 ± 4,1	20,0 ± 7,1
Ischyroceridae	6,3 ± 2,5	7,5 ± 2,9	10,0 ± 4,1	--
Ulva sp	--	7,5 ± 2,9	12,5 ± 5,0	32,5 ± 6,0
Vazio	40,0 ± 5,8	58,8 ± 6,3	41,3 ± 4,8	25,0 ± 7,1
N táxons	4	4	7	4

Táxons	P1SET	P2SET	P3SET	P4SET
Balanus sp1	--	11,3 ± 6,3	8,8 ± 2,5	--
Balanus sp2	22,5 ± 3,5	--	8,8 ± 4,8	2,5 ± 2,9
Chlorophyta sp5	--	5,0 ± 4,1	--	3,3 ± 2,5
Enteromorpha intestinales	5,0 ± 0,0	8,8 ± 2,5	6,3 ± 4,8	7,5 ± 2,9
Ischyroceridae	17,5 ± 3,5	6,3 ± 4,8	6,3 ± 2,5	8,8 ± 4,8
Megabalanus sp	--	10,0 ± 4,1	10,0 ± 4,1	--
Rodophyta sp1	--	--	2,5 ± 5,0	5,0 ± 4,1
Ulva sp	42,5 ± 3,5	38,8 ± 2,5	31,3 ± 2,5	45,0 ± 5,8
Vazio	12,5 ± 3,5	20,0 ± 4,1	26,3 ± 2,5	27,5 ± 6,5
N táxons	4	6	7	6

Táxons	P1OUT	P2OUT	P3OUT	P4OUT
Balanus sp2	16,3 ± 4,8	21,3 ± 4,8	28,8 ± 2,5	7,5 ± 5,0
Chlorophyta sp5	--	--	--	2,5 ± 2,9
Cianofíceas filamentosa	--	--	--	18,8 ± 8,5
Enteromorpha intestinales	--	6,3 ± 2,5	7,5 ± 2,9	10,0 ± 4,1
Ischyroceridae	--	10,0 ± 4,1	12,5 ± 2,9	6,3 ± 4,8
Megabalanus sp	--	5,0 ± 0,0	6,3 ± 2,5	--
Obelia dichotoma	--	--	--	2,5 ± 2,9
Rodophyta sp1	--	--	--	6,3 ± 4,8
Ulva sp	61,3 ± 10,3	40,0 ± 7,1	25,0 ± 4,1	35,0 ± 7,1
Vazio	22,5 ± 6,5	17,5 ± 5,0	20,0 ± 4,1	11,3 ± 2,5
N táxons	2	5	5	8

Táxons	P1NOV	P2NOV	P3NOV	P4NOV
Balanus sp2	43,3 ± 7,6	--	35,0 ± 4,1	--
Chlorophyta sp5	--	--	--	5,0 ± 0,0
Cianofíceea filamentosa	--	--	--	6,3 ± 2,5
Enteromorpha intestinales	--	6,3 ± 2,5	7,5 ± 2,9	10,0 ± 0,0
Ischyroceridae	10,0 ± 5,0	10,0 ± 0,0	--	6,3 ± 2,5
Megabalanus sp	--	41,3 ± 6,3	5,0 ± 0,0	6,3 ± 4,8
Rodophyta sp1	--	--	--	6,3 ± 2,5
Ulva sp	--	33,7 ± 6,3	46,3 ± 4,8	41,3 ± 8,5
Vazio	46,7 ± 2,9	8,7 ± 2,5	6,3 ± 2,5	18,7 ± 4,8
N táxons	2	4	4	7

Táxons	P1DEZ	P2DEZ	P3DEZ	P4DEZ
Chlorophyta sp5	--	--	--	6,3 ± 2,5
Cianofíceea filamentosa	57,5 ± 3,5	--	--	2,5 ± 2,9
Enteromorpha intestinales	--	12,5 ± 6,45	1,3 ± 2,5	2,5 ± 5,0
Ischyroceridae	--	8,75 ± 2,5	11,3 ± 4,8	--
Megabalanus sp	--	10,0 ± 5,77	10,0 ± 4,1	1,3 ± 2,5
Rodophyta sp1	--	--	13,8 ± 6,3	25,0 ± 4,1
Ulva sp	--	48,75 ± 8,5	42,5 ± 11,9	37,5 ± 9,6
Vazio	42,5 ± 3,5	20,0 ± 7,0	21,3 ± 10,3	25,0 ± 10,8
N táxons	1	4	5	6

Táxons	P1JAN	P2JAN	P3JAN	P4JAN
Enteromorpha intestinales	--	13,8 ± 6,3	17,5 ± 5,0	11,3 ± 2,5
Ischyroceridae	--	--	2,5 ± 2,9	2,5 ± 2,9
Megabalanus sp	--	7,5 ± 2,9	1,3 ± 2,5	--
Rodophyta sp1	--	--	--	37,5 ± 9,8
Serpulidae	--	--	1,3 ± 2,5	--
Ulva sp	--	78,8 ± 8,5	77,5 ± 5	41,3 ± 8,5
Vazio	100,0 ± 0,0	--	--	7,5 ± 2,9
N táxons	0	3	5	4

Táxons	P1FEV	P2FEV	P3FEV	P4FEV
B. trigonus	--	10,0 ± 4,1	--	--
Balanus sp2	--	12,5 ± 2,9	30,0 ± 8,2	--
Didemnun sp	--	--	--	10,0 ± 4,1
Enteromorpha intestinales	--	--	--	2,5 ± 2,9
Ischiroceridade	--	6,3 ± 2,5	15,0 ± 5,8	7,5 ± 6,5
Megabalanus sp	25,0 ± 7,1	41,3 ± 2,5	--	5,0 ± 4,1
Obelia dichotoma	--	--	--	5,0 ± 10,0
Rodophyta sp1	--	--	--	5,0 ± 5,8
Schizoporella sp	--	--	--	6,3 ± 2,5
Ulva sp	--	30,0 ± 7,1	55,0 ± 10,0	58,8 ± 10,3
Vazio	75,0 ± 7,1	--	--	--
N táxons	1	5	3	8

Táxons	P1MAR	P2MAR	P3MAR	P4MAR
Chlorophyta sp5	--	11,7 ± 7,6	--	1,3 ± 2,5
Didemnun sp	--	--	--	2,5 ± 2,9
Enteromorpha intestinales	32,5 ± 3,4	10,0 ± 5,0	--	7,5 ± 5,0
Ischiroceridae	5,0 ± 0,0	--	--	1,3 ± 2,5
Megabalanus sp	32,5 ± 3,5	30,0 ± 15,0	31,3 ± 11,1	8,8 ± 8,5
Obelia dichotoma	--	--	--	22,5 ± 10,4
Rodophyta sp1	--	--	2,5 ± 2,9	8,8 ± 4,8
Schizoporella sp	--	--	--	2,5 ± 5,0
Ulva sp	5,0 ± 0,0	35,0 ± 13,2	45,0 ± 10,8	36,3 ± 4,8
Vazio	25,0 ± 0,0	13,3 ± 10,4	21,3 ± 6,3	8,8 ± 4,8
N táxons	4	4	3	9

Táxons	P1ABR	P2ABR	P3BAR	P4ABR
B. trigonus	5,0 ± 0,0	7,5 ± 5,0	22,5 ± 2,9	1,3 ± 2,5
Caulerpa sp	--	--	--	3,8 ± 2,5
Didemnun sp	--	3,8 ± 2,5	1,3 ± 2,5	6,3 ± 2,5
Enteromorpha intestinales	20,0 ± 7,1	13,8 ± 4,8	15,0 ± 7,1	5,0 ± 4,1
Ischiroceridade	2,5 ± 3,5	7,5 ± 2,9	5,0 ± 4,1	1,3 ± 2,5
Megabalanus sp	22,5 ± 10,6	21,3 ± 6,3	16,3 ± 2,5	15,0 ± 4,8
Obelia dichotoma	5,0 ± 0,0	--	--	7,5 ± 6,5
Rodophyta sp1	--	--	1,3 ± 2,5	16,3 ± 10,3
Schizoporella sp	--	--	--	3,8 ± 2,5
Serpulidae	--	1,3 ± 2,5	--	--
Ulva sp	35,0 ± 7,1	38,8 ± 13,1	31,3 ± 7,5	31,3 ± 7,5
Vazio	10,0 ± 7,1	6,3 ± 2,5	7,5 ± 5,0	8,8 ± 6,3
N táxons	6	7	7	10

Táxons	P1MAI	P2MAI	P3MAI	P4MAI
Balanus sp2	--	5,5 ± 5,5	1,3 ± 2,5	--
Botrylus niger	--	--	2,5 ± 5,0	--
Caulerpa sp	--	--	--	1,7 ± 2,9
Chlorophyta sp5	--	--	--	5,0 ± 0,0
Clythia sp	--	11,7 ± 12,6	6,3 ± 4,8	--
Didemnun sp	--	3,3 ± 2,9	2,8 ± 2,5	1,7 ± 2,9
Enteromorpha intestinales	30,0 ± 7,1	--	11,3 ± 8,5	--
Enteromorpha sp2	--	5,0 ± 5,0	--	6,7 ± 2,9
Ischiroceridae	2,5 ± 3,5	8,3 ± 10,4	3,8 ± 4,8	1,7 ± 2,9
Megabalanus sp	10,0 ± 7,1	--	8,8 ± 2,5	--
Obelia dichotoma	7,5 ± 3,5	11,7 ± 2,9	--	--
Rodophyta sp1	5,0 ± 7,1	--	6,3 ± 9,5	25,0 ± 5,0
Serpulidae	--	3,3 ± 5,8	1,3 ± 2,5	--
Ulva sp	30,0 ± 0,0	36,7 ± 7,6	38,8 ± 8,5	40,0 ± 5,0
Vazio	15,0 ± 7,1	15,0 ± 10,0	16,3 ± 4,8	18,3 ± 10,4
N táxons	6	8	10	7

Táxons	P1JUN	P2JUN	P3JUN	P4JUN
B. trigonus	--	16,7 ± 5,8	20,0 ± 9,1	20,0 ± 10,8
Botrilus tuberatus	--	13,3 ± 12,6	--	--
Chlorophyta sp1	11,7 ± 12,6	--	--	--
Enteromorpha intestinales	35,0 ± 5,0	--	17,5 ± 5,0	18,3 ± 6,3
Enteromorpha sp	--	5,0 ± 5,0	2,5 ± 5,0	5,0 ± 5,8
Ischyroceridae	1,7 ± 2,9	1,7 ± 2,9	10,0 ± 0	8,8 ± 2,5
Megabalanus sp	--	1,7 ± 2,9	7,5 ± 6,5	8,8 ± 2,5
Rodophyta sp1	--	8,3 ± 7,6	--	--
Ulva sp	46,7 ± 14,4	46,7 ± 5,8	26,3 ± 4,8	26,3 ± 4,8
Vazio	5,0 ± 0	6,7 ± 7,6	16,3 ± 6,3	15,0 ± 7,1
N táxons	4	7	6	6

Táxons	P1JUL	P2JUL	P3JUL	P4JUL
Balanus sp1	2,5 ± 3,5	--	--	--
Chlorophyta sp1	10,0 ± 0,0	--	3,3 ± 5,8	2,5 ± 2,9
Enteromorpha intestinalis	25,0 ± 7,1	--	--	--
Enteromorpha sp2	--	37,5 ± 10,0	25,0 ± 8,7	38,8 ± 11,1
Ischyroceridae	--	5,0 ± 5,0	5,0 ± 5,0	--
Megabalanus sp	12,5 ± 3,5	11,3 ± 2,9	13,3 ± 7,6	--
Obelia dichotoma	--	--	--	6,3 ± 2,5
Rodophyta sp1	--	7,5 ± 7,6	11,7 ± 7,6	11,3 ± 6,3
Ulva sp	22,5 ± 3,5	15,0 ± 5,0	23,3 ± 7,6	21,3 ± 11,1
Vazio	27,5 ± 3,5	23,8 ± 12,6	18,3 ± 12,6	20,0 ± 4,1
N táxons	5	5	6	5

9.2 Anexo 2 – Placas de recrutamento retiradas em Janeiro de 2007 evidenciando a completa ausência de organismos incrustantes e a ampla cobertura das placas por sedimento no ponto 1.

