

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e**  
**Conservação nos Trópicos/PPG-DIBICT**

**Maria Lilian de Freitas Lima**

**Variação Temporal da Fauna de Ophiuroidea (Echinodermata)  
Associada aos Fitais do Recife de Coral da Ponta Verde,  
Maceió, Alagoas, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

**MACEIÓ - AL**  
**Março/2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e**  
**Conservação nos Trópicos/PPG-DIBICT**

**Maria Lilian de Freitas Lima**

**Variação Temporal da Fauna de Ophiuroidea (Echinodermata)  
Associada aos Fitais do Recife de Coral da Ponta Verde,  
Maceió, Alagoas, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

**Orientadora: Profa. Dra. Monica Dorigo Correia**

**MACEIÓ - AL**  
**Março/2011**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale**

- L732v Lima, Maria Lilian de Freitas.  
Variação temporal da fauna de *Ophiuroidea* (Echinodermata) associada aos fitais do recife de coral da ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil / Maria Lilian de Freitas Lima. – 2011.  
108 f. : il.
- Orientadora: Monica Dorigo Correia.  
Dissertação (mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2011.
- Inclui bibliografia e apêndices.
1. Ofiuróides. 2. *Ophiuroidea*. 3. Fauna – Alagoas. 4. Macrobentos recifal.  
I. Título.
- CDU: 591.9(813.5)

## Folha de aprovação

**Maria Lilian de Freitas Lima**

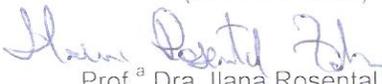
**Variação Temporal da Fauna de Ophiuroidea (Echinodermata)  
Associada aos Fitais do Recife de Coral da Ponta Verde,  
Maceió, Alagoas, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

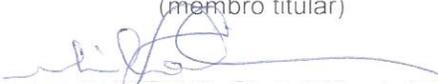
Dissertação aprovada em 29 de março de 2011



Prof. Dr. Álvaro Esteves Migotto  
(membro titular)



Prof.ª Dra. Ilana Rosental Zalmon  
(membro titular)



Maria Lilian de Freitas Lima  
(Mestranda)



Prof.ª Dra. Cynthia Lara de Castro Manso  
(membro titular)



Prof.ª Dra. Mônica Dorigo Correia  
(orientador)

MACEIÓ - AL  
Março / 2011

## **DEDICATÓRIA**

*À todos que contribuíram de alguma forma para construção deste trabalho, seja com opiniões, críticas ou momentos de descontração durante este período.*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus que criou esses bichinhos para nós seres humanos ficar intrigados perguntando porque.*

*À minha orientadora Profª Drª Monica Dorigo Correia pela sua dedicação durante a orientação, diálogo, seu pulso firme nos momentos de negociação, pelas palavras na hora certa e os momentos de descontração, além dos lanchinhos gostosos.*

*À Profª Drª Hilda Helena Sorvierzoski por sua dedicação, contribuição com críticas, sugestões, lanchinhos gostosos e uma dose de paciência, além das palavras nas horas dos desesperos.*

*À Profª Drª Cynthia Lara de Castro Manso que além de ter sido um membro da banca, mas nos acompanha há quatro anos, com dedicação, tanto em nossos trabalhos como em algumas horas de aperreio dando palavras confortáveis.*

*Aos membros da banca Profª Drª Ilana Rosental Zalmon e Prof. Dr. Álvaro Esteves Migotto pela paciência e ajuda nas correções, mas também pelos diversos ensinamentos.*

*Ao mestrando Anderson Luis Silva Miranda, por suas críticas, conversas, ajudas no computador, companhia e momentos de descontração.*

*Ao doutourando Leandro Manzoni Vieira por suas dicas, críticas, sugestões, apoio logístico e companhia quando estive em São Paulo.*

*À todos os alunos que passaram pelo Setor de Comunidades Bentônicas (LABMAR/UFAL), aos que continuam e aos que um dia foram estagiários, pela contribuição nas coletas, triagens, conversas paralelas e os momentos de risadas que muitas vezes também ajudaram.*

*À minha mãe Maria José Pereira de Freitas que tem paciência comigo há 25 anos, dando suporte logístico, muitas vezes financeiro e psicológico.*

*Às minhas amigas e aos meus amigos que ficaram por perto e me arrastaram para as distrações fora de hora noites adentro, mas que foram importantes em muitos momentos, em especial às meninas do G7, principalmente Kely Priscila O. Teixeira que me permitiu a semana mais organizadinha durante o Colacmar em 2009, à Jessica Prata Oliveira, pelo carinho e Theomar Trindade A. T. Neves, pelas conversas fora de hora e pelas ajudas em estatística.*

*A todos que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos (PPGDiBiCT/UFAL), do qual levarei lições e aprendizados em todos os sentidos.*

*À FAPCAL e o CNPq pela concessão de bolsa durante o desenvolvimento da presente dissertação.*

# SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| LISTA DE FIGURAS .....                          | x    |
| LISTA DE TABELAS .....                          | xiv  |
| RESUMO .....                                    | xvi  |
| ABSTRACT .....                                  | xvii |
| I. APRESENTAÇÃO .....                           | 1    |
| II. INTRODUÇÃO .....                            | 2    |
| III. REVISÃO DE LITERATURA .....                | 4    |
| 3.1. ASPECTOS DA CLASSE OPHIUROIDEA .....       | 4    |
| 3.2. CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS .....       | 9    |
| 3.2.1. SUBSTRATO RECIFAL .....                  | 9    |
| 3.2.2. SUBSTRATO ALGAL .....                    | 11   |
| IV. METODOLOGIA .....                           | 15   |
| 4.1. ÁREA DE ESTUDO .....                       | 15   |
| 4.1.1. RECIFES DE ALAGOAS .....                 | 15   |
| 4.1.2. RECIFE DE CORAL DA PONTA VERDE .....     | 17   |
| 4.1.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS-SUBSTRATO ..... | 19   |
| 4.2. TRABALHO DE CAMPO .....                    | 22   |
| 4.3. TRABALHO DE LABORATÓRIO .....              | 23   |
| 4.4. ANÁLISE DE DADOS .....                     | 24   |
| V. RESULTADOS .....                             | 27   |
| 5.1. ASPECTOS AMBIENTAIS .....                  | 27   |
| 5.1.1. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS .....              | 27   |
| 5.1.2. BIOMASSA DOS FITAIS .....                | 30   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES .....</b>          | <b>34</b> |
| <b>5.3. DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL .....</b>         | <b>48</b> |
| <b>5.3.1. FITAL <i>Amphiroa fragilissima</i> .....</b> | <b>48</b> |
| <b>5.3.2. FITAL <i>Dictyota cervicornis</i> .....</b>  | <b>50</b> |
| <b>5.3.3. FITAL <i>Caulerpa racemosa</i> .....</b>     | <b>52</b> |
| <b>5.4. ANÁLISES ECOLÓGICAS .....</b>                  | <b>55</b> |
| <b>5.4.1. FITAL <i>Amphiroa fragilissima</i> .....</b> | <b>55</b> |
| <b>5.5.2. FITAL <i>Dictyota cervicornis</i> .....</b>  | <b>63</b> |
| <b>5.5.3. FITAL <i>Caulerpa racemosa</i> .....</b>     | <b>71</b> |
| <b>VI. DISCUSSÃO .....</b>                             | <b>79</b> |
| <b>6.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES .....</b>          | <b>79</b> |
| <b>6.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS .....</b>                  | <b>82</b> |
| <b>VII. CONCLUSÕES .....</b>                           | <b>87</b> |
| <b>VIII. REFERÊNCIAS .....</b>                         | <b>89</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figuras 1-3. Localização do recife de coral da Ponta Verde, situado no município de Maceió, no litoral central do Estado de Alagoas, Brasil. (1) Mapa Geral; (2) Mapa adaptado da Carta Náutica (DHN n° 901); (3) Imagem de Satélite da área de estudo (Google Earth) ..... | 18 |
| Figura 4. Aspecto da alga <i>A. fragilissima</i> emersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia .....   | 19 |
| Figura 5. Aspecto da alga <i>D. cervicornis</i> emersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia .....  | 20 |
| Figura 6. Aspecto da alga <i>C. racemosa</i> parcialmente imersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia .....  | 21 |
| Figura 7. Variação da temperatura do ar e temperatura da água na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....   | 27 |
| Figura 8. Variação da salinidade da água e média da precipitação na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....  | 28 |
| Figura 9. Análise dos componentes principais das variações ambientais na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....   | 29 |
| Figura 10. Média e erro-padrão do peso seco da alga-substrato <i>A. fragilissima</i> obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....  | 30 |
| Figuras 11. Relação entre abundância de espécies de Ophiuroidea e peso seco da alga-substrato <i>A. fragilissima</i> para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....   | 31 |
| Figura 12. Média e erro padrão do peso seco da alga-substrato <i>D. cervicornis</i> obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....   | 31 |
| Figuras 13. Relação entre abundância dos exemplares de Ophiuroidea com o peso seco da alga-substrato <i>D. cervicornis</i> para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....   | 32 |
| Figura 14. Média e erro-padrão do peso seco da alga-substrato <i>C. racemosa</i> obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....  | 33 |

|   |    |
|---|----|
| Figuras 15. Relação entre abundância dos exemplares de Ophiuroidea com o peso seco da alga-substrato <i>C. racemosa</i> para os períodos amostrados ao longo de dez anos .....                          | 33 |
| Figura 16. Exemplar de <i>O. paucispina</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 35 |
| Figura 17. Exemplar de <i>O. ophiactoides</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 36 |
| Figura 18. Exemplar de <i>O. appressum</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....   | 38 |
| Figura 19. Exemplar de <i>O. brasiliensis</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 39 |
| Figura 20. Exemplar de <i>O. lymani</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 40 |
| Figura 21. Exemplar de <i>O. savignyi</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 42 |
| Figura 22. Exemplar de <i>A. januarii</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 43 |
| Figura 23. Exemplar de <i>A. squamata</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 45 |
| Figura 24. Exemplar de <i>O. angulata</i> , vista aboral. Foto: M.D. Correia .....  | 46 |
| Figura 25. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e frequentes associadas ao fital <i>A. fragilissima</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos ..... | 49 |
| Figura 26. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como raras associadas ao fital <i>A. fragilissima</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....                     | 50 |
| Figura 27. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e comuns associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....      | 51 |
| Figura 28. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como ocasionais e raras associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....         | 52 |
| Figura 29. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e frequentes associadas ao fital <i>C. racemosa</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....     | 53 |
| Figura 30. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como ocasionais e raras associadas ao fital <i>C. racemosa</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....            | 54 |
| Figura 31. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea  |    |

|   |    |
|---|----|
| associada ao fital <i>A. fragilissima</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 55 |
| Figura 32. Média e desvio-padrão da abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associada ao fital <i>A. fragilissima</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 56 |
| Figura 33. Média e desvio-padrão da diversidade das espécies de Ophiuroidea associada a <i>A. fragilissima</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 57 |
| Figura 34. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associada a <i>A. fragilissima</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 58 |
| Figura 35. Análise de Agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>A. fragilissima</i> analisadas nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis .....       | 59 |
| Figura 36. Ordenação Multidimensional Não-paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>A. fragilissima</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis ..... | 60 |
| Figura 37. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato <i>A. fragilissima</i> nos períodos estudados de acordo com ao longo de dez anos .....                                    | 62 |
| Figura 38. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea associada ao fital <i>D. cervicornis</i> de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 63 |
| Figura 39. Média e desvio-padrão da abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associada ao fital <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 64 |
| Figura 40. Média e desvio-padrão da diversidade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 65 |
| Figura 41. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao  |    |

|  |    |
|--|----|
| longo de dez anos .....  | 66 |
| Figura 42. Análise de agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis .....                  | 67 |
| Figura 43. Ordenação Multidimensional Não-paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis ..... | 68 |
| Figura 44. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato <i>D. cervicornis</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 70 |
| Figura 45. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea associada ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 71 |
| Figura 46. Média e desvio-padrão da abundância das espécies de Ophiuroidea associada ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 72 |
| Figura 47. Média e desvio-padrão do índice de diversidade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 73 |
| Figura 48. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....  | 74 |
| Figura 49. Análise de agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis .....                     | 75 |
| Figura 50. Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis .....    | 76 |
| Figura 51. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato <i>C. racemosa</i> nos períodos estudados ao longo de dez anos .....   | 78 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a <i>A. fragilissima</i> .....  | 56 |
| Tabela 2. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores de abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associadas a <i>A. fragilissima</i> .....   | 57 |
| Tabela 3. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de índice diversidade de Ophiuroidea associadas a <i>A. fragilissima</i> .....   | 58 |
| Tabela 4. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de equitatividade de Ophiuroidea associadas a <i>A. fragilissima</i> .....   | 59 |
| Tabela 5. Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a <i>A. fragilissima</i> com similaridade maior que 80% .....  | 61 |
| Tabela 6. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato <i>A. fragilissima</i> .....         | 61 |
| Tabela 7. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato <i>A. fragilissima</i> ..... | 62 |
| Tabela 8. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a <i>D. cervicornis</i> .....  | 64 |
| Tabela 9. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associadas a <i>D. cervicornis</i> .....   | 65 |
| Tabela 10. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios índice de diversidade de Ophiuroidea associadas a <i>D. cervicornis</i> .....   | 66 |
| Tabela 11. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de equitatividade de Ophiuroidea associadas a <i>D. cervicornis</i> .....   | 67 |
| Tabela 12. Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a <i>D. cervicornis</i> com similaridade maior que 80% .....  | 69 |
| Tabela 13. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga   | 69 |

|  |    |
|--|----|
| substrato <i>D. cervicornis</i> .....  |    |
| Tabela 14. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga-substrato <i>D. cervicornis</i> ..... | 70 |
| Tabela 15. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a <i>C. racemosa</i> .....  | 72 |
| Tabela 16 Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância de Ophiuroidea associadas a <i>C. racemosa</i> .....   | 73 |
| Tabela 17. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de índice de diversidade de Ophiuroidea associadas a <i>C. racemosa</i> .....   | 74 |
| Tabela 18. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância de Ophiuroidea associadas a <i>C. racemosa</i> .....  | 75 |
| Tabela 19. Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a <i>C. racemosa</i> com similaridade maior que 70% .....   | 77 |
| Tabela 20. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato <i>C. racemosa</i> .....            | 77 |
| Tabela 21. Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato <i>C. racemosa</i> .....    | 77 |

## RESUMO

A classe Ophiuroidea (Echinodermata) é composta por animais marinhos encontrados junto a rochas, cascalho, areia, lama, além de associações com outros organismos incluindo algas, esponjas e corais. O objetivo deste estudo foi caracterizar a variabilidade temporal, qualitativa e quantitativa, da fauna de Ophiuroidea associada aos fitais *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, *Dictyota cervicornis* (Kuetzing) e *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh do recife de coral da Ponta Verde, litoral de Maceió, Alagoas. As coletas foram realizadas durante 10 anos, entre 1998 e 2007, em marés baixas de sizígia, nos períodos de verão e inverno. Foram coletadas três amostras de 25cm<sup>2</sup> de cada alga, acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, com água salgada e Cloreto de Magnésio a 10% como anestésico. No laboratório, as amostras foram fixadas em formol 10% e triadas, sendo os ofiuróides encontrados armazenados em álcool 70%, tendo-se em seguida realizado a identificação e quantificação dos exemplares. Como resultados foram registrados 10.664 indivíduos pertencentes a nove espécies da classe Ophiuroidea associadas aos três fitais estudados. *Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828) e *Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842) foram dominantes e/ou frequentes nos três fitais analisados, sendo as demais espécies ocasionais e/ou raras. A maior riqueza e abundância foram constatadas no fital *A. fragilissima*, seguida por *D. cervicornis* e *C. racemosa*. Nas análises de agrupamento e NMDS foi detectada a formação de dois grupos que evidenciaram separadamente períodos de verão (seco) e de inverno (chuvoso), entretanto outros grupos mesclaram ambos os períodos, sendo *O. savignyi* e *A. squamata* as principais espécies responsáveis pelas formações dos referidos grupos. O maior número de exemplares de algumas espécies de Ophiuroidea nos períodos de inverno foi decorrente da reprodução assexuada por fissiparidade. Esta estratégia reprodutiva pode ter sido acarretada pela ausência de maturação das gônadas, devido a pouca disponibilidade de alimentos nos períodos de inverno.

**Palavras-chave:** Ofiuróides, Fauna Associada, Macrobenetos Recifal

## ABSTRACT

**Temporal variation fauna of Ophiuroidea (Echinodermata) associated to phytal on the Ponta Verde coral reef, Maceió, Alagoas, Brazil:** The class Ophiuroidea (Echinodermata) comprises marine animals found with different types of substrate, such as rocks, gravel, sand, mud, in association on other organisms including algae, sponges and corals. The subject of this study is to evaluate the temporal variability, including the qualitative and quantitative composition of Ophiuroidea fauna associated to three different macroalgae, *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, *Dictyota cervicornis* (Kuetzing) and *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh, on the Ponta Verde coral reef, Maceió, State of Alagoas. The samples were collected at low tide during 10 years, between 1998 and 2007, on dry and rainy season. Three samples of 25cm<sup>2</sup> of each alga were collected, put one individually packed in plastics bags with sea water and 10% Magnesium Chloride as anesthetic. In the laboratory samples were fixed in 10% formalin, later then separated the groups and the ophiuroids were stored in 70% ethanol for the qualitative and quantitative studies. Nine species of Ophiuroidea were identified and recorded 10.664 individuals associated to three phytal communities. *Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828) was the dominant species of Ophiuroidea in the phytal, followed by *Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842) were dominant or frequent in the three phytal analyzed, and the other species were occasional or rare. The highest richness and abundance were found in *A. fragilissima* phytal, followed by *D. cervicornis* and *C. racemosa*. On cluster analysis and NMDS were detected the formation of two groups separately showed that during summer (dry) and winter (rainy), but other groups mingled both periods, and *O. savignyi* and *A. squamata* were the main species responsible for the formation of such groups. The largest number of specimens of some species of Ophiuroidea during winter was due to asexual reproduction by fission. This reproductive strategy may have been brought about by the lack of maturation of gonads due to low food availability during winter.

**Keywords:** Ophiuroids, Associated Fauna, reef macrobenthos

## I. APRESENTAÇÃO

O presente estudo refere-se à caracterização da fauna de Ophiuroidea associada a diferentes fitais do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil. Este trabalho foi realizado com amostras semestrais coletadas ao longo de 10 anos, em períodos de verão e inverno, favorecendo assim o desenvolvimento de análises temporais da fauna de fital. A partir deste trabalho, poderá se conhecer um pouco mais sobre a composição da biodiversidade da fauna de Ophiuroidea presente no litoral alagoano, conseqüentemente contribuindo para o conhecimento da biodiversidade marinha alagoana, em especial do filo Echinodermata. Desta forma, além da análise taxonômica das espécies que ocorrem junto aos fitais estudados, serão incluídos aspectos relacionados com as características ecológicas e da distribuição temporal dos representantes da fauna de Ophiuroidea associados aos fitais.

A estrutura deste trabalho encontra-se no modelo tradicional de dissertação, com o conteúdo distribuído nos seguintes tópicos: Introdução, na qual está inserido uma caracterização sobre o tema, seguida pelo problema, justificativa e os objetivos. No tópico seguinte está a Revisão de Literatura, apresentando um histórico sobre os estudos referentes à classe Ophiuroidea e os diversos aspectos que envolvem as comunidades de fitais no mundo, na costa brasileira e no litoral de Alagoas. Na Metodologia encontra-se descrita a área de estudo, bem como os substratos utilizados pelos Ophiuroidea estudados e todos os procedimentos realizados nos trabalhos de campo e de laboratório, além das etapas e programas utilizados nas análises dos dados obtidos. Os Resultados foram divididos em quatro tópicos, incluindo aspectos ambientais, caracterização taxonômica das espécies, distribuição espaço-temporal e análises ecológicas. Na Discussão foram comparados os resultados obtidos com a bibliografia pertinente, tanto no Brasil quanto de outras regiões no mundo. Por fim, encontra-se a apresentação das Conclusões obtidas na presente dissertação, seguidas então pelas Referências.

## II. INTRODUÇÃO

A classe Ophiuroidea é a mais diversificada em espécies e consequentemente numerosa do filo Echinodermata, entre os grupos recentes deste táxon. No entanto, apenas 5% das espécies descritas são conhecidas para o litoral brasileiro e somente cerca de 2% são conhecidas para a costa nordeste do Brasil. Estes números diminuem quando se trata da costa do Estado de Alagoas, o qual é muito reduzido. A maioria das espécies deste filo foi registrada para a costa sudeste do Brasil, onde se encontra uma maior concentração de trabalhos desenvolvidos (HADEL *et al.* 1999, MAGALHÃES *et al.* 2005).

Os indivíduos incluídos na fauna de Ophiuroidea são animais estritamente marinhos, sendo em geral fotonegativos, os quais podem ser encontrados em diversos tipos de fundos como arenosos, lodosos, formados por cascalho biodegrádicos, sob rochas, associados a algas, gramíneas marinhas, esponjas e corais (CHAVARRO *et al.* 2004).

Ao utilizar organismos sésseis como microhábitats, tais como algas e esponjas, as espécies da classe Ophiuroidea são favorecidas por encontrarem refúgio e proteção contra predadores, além de utilizarem estes locais para reprodução, garantindo assim a sobrevivência dos representantes deste grupo de invertebrados (MLADENOV & EMSON 1984, MAJER *et al.* 2009).

As associações de representantes da classe Ophiuroidea com diferentes macroalgas e outros invertebrados bentônicos sésseis contribuem para a ampliação da biodiversidade local e regional, pois refletem no aumento da riqueza de espécies e na abundância dos táxons incluídos na composição do macrobentos marinho. Neste contexto, torna-se necessário o estudo da fauna associada aos diversos substratos, tanto naturais quanto artificiais para o estudo das espécies da classe Ophiuroidea, visando o levantamento taxonômico, além da caracterização dos aspectos biológicos e ecológico destas espécies (MUKAI 1971, PARKER *et al.* 2001).

A realização de inventários taxonômicos sobre a biodiversidade local e regional é imprescindível para estabelecer medidas direcionadas para conservação ambiental, em especial dos ecossistemas recifais presentes ao longo de toda a costa do Estado de Alagoas. Informações envolvendo todos estes

aspectos, acima mencionados, são imprescindíveis como elementos básicos de suma importância para o desenvolvimento e a aplicação de um plano de manejo direcionado para a conservação dos ecossistemas recifais alagoanos. Além do mais, estes levantamentos taxonômicos são muito importantes por abranger o conhecimento da fauna em nível local, regional e global, à medida que se preenche as lacunas das localidades, em relação aos táxons estudados, a ocorrência em determinadas áreas e quais os parâmetros que contribuem para a sobrevivência de tais organismos, reunindo assim informações importantes para estudos futuros de biodiversidade e biogeografia (MIKKELSEN & CRACRAFT 2001).

A partir das informações apresentadas, constatou-se a existência da carência de estudos sobre a diversidade da classe Ophiuroidea para o litoral do Brasil, principalmente no nordeste brasileiro, sobretudo na costa alagoana e mais ainda para os ecossistemas recifais brasileiros, onde muito pouco se conhece. Neste contexto a presente dissertação, tem como finalidade também ampliar a Coleção do filo Echinodermata pertencente ao Setor de Comunidades Bentônicas da Universidade Federal de Alagoas, reunindo inúmeras informações que serão incluídas em um banco de dados sobre a biodiversidade marinha do Estado de Alagoas. As referidas ações visam contribuir para futuras consultas e trabalhos, voltados para o estabelecimento de medidas de conservação e preservação dos ecossistemas costeiros e em especial dos recifes alagoanos.

O presente estudo tem o objetivo de caracterizar a variabilidade temporal, qualitativa e quantitativa, referente à biodiversidade da classe Ophiuroidea associada a três diferentes fitais, incluindo as algas *Amphiroa fragilissima*, *Dictyota cervicornis* e *Caulerpa racemosa*, do recife de coral da Ponta Verde, no litoral de Maceió, Estado de Alagoas. Esta pesquisa abrange a identificação taxonômica até o nível de espécie dos exemplares da classe Ophiuroidea, filo Echinodermata, encontradas na fauna associada aos fitais citados, assim como realizar a análise da variabilidade temporal quantitativa, ao longo de 10 anos, das referidas espécies, além da caracterização dos aspectos ecológicos e da distribuição espacial destes exemplares, visando assim ampliar as informações existentes sobre a biodiversidade da fauna das comunidades de fitais e dos ecossistemas recifais brasileiros.

### III. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. ASPECTOS DA CLASSE OPHIUROIDEA

A classe Ophiuroidea pertencente ao filo Echinodermata, abrange espécies fósseis e recentes. Este grupo abrange os animais conhecidos popularmente por estrelas-serpente e também pelas estrelas-cesto. Esta classe é formada por duas ordens que incluem as espécies recentes como a ordem Euryalida Lamarck, 1816 e a ordem Ophiurida Müller & Troschel, 1840 (PAWSON 2007).

Com a finalidade de conhecer a diversidade dos Ophiuroidea da costa Atlântica, vários pesquisadores realizaram levantamentos das espécies conhecidas até hoje. Entre os trabalhos iniciais FORBES (1841) analisou os Ophiuroidea conhecidos na costa da Europa, caracterizando habitats e a distribuição das espécies. THOMAS (1964, 1966, 1973) revisou o conhecimento existente sobre vários gêneros e espécies de Ophiuroidea presentes na costa oeste do Atlântico, entre eles *Amphipholis*, *Amphiodia* e *Ophionereis*. Com base em dados obtidos em expedições organizadas pela Smithsonian Institution, PAWSON (1978) reuniu o conhecimento existente sobre a distribuição dos Echinodermata na ilha da Ascensão, próximo a costa atlântica africana. HENDLER (1988) relacionou todos os Ophiuroidea pertencentes ao gênero *Ophiolepis*, observados na grande barreira de recifes localizada em Belize, dando ênfase a uma nova espécie descrita. Diversos estudos e levantamentos apresentando a distribuição e os aspectos ecológicos foram realizados ao longo da costa oeste do Oceano Atlântico, alguns com novos registros e descrições de espécies novas. Entre estes, HENDLER *et al.* (1995) reuniram as informações sobre as características dos representantes do filo Echinodermata, descrevendo a maioria das espécies da classe Ophiuroidea que ocorrem na costa da Flórida (EUA) e na região do Caribe, incluindo ainda algumas citações para o litoral do Brasil. Na costa de Belize, HENDLER & PAWSON (2000) analisaram a diversidade da fauna de Echinodermata, observando a ocorrência e o habitat de cada espécie, tendo encontrado 46 espécies de Ophiuroidea. Para o litoral do Caribe Mexicano, LAGUARDA-FIGUERAS *et al.* (2005) realizaram um levantamento dos

Echinodermata, com relação à distribuição e ao registro de novas de espécies, incluindo 63 espécies de Ophiuroidea. GARCÍA *et al.* (2008) estudaram a composição dos Echinodermata em associação aos substratos encontrados e a relação trófica, na costa do Arquipélago cubano Sabana-Camagüey, onde foram registradas 22 espécies de Ophiuroidea. Ao longo da costa do Uruguai, MARTÍNEZ (2008) analisou a composição biogeográfica da classe Ophiuroidea, representada por 16 espécies, considerando os diversos tipos de substratos nos quais os organismos foram observados.

Os estudos sobre o modo de reprodução e o desenvolvimento das espécies incluídas na classe Ophiuroidea são muito importantes para a dispersão genética, como também na diferenciação e identificação de espécies. A reprodução pode ser tanto sexuada quanto assexuada por meio de fissão. A fissiparidade é possível devido à alta capacidade de regeneração, a qual ocorre através do tecido conjuntivo mutável. No entanto, este tipo de reprodução é influenciado pelas condições ambientais tais como temperatura, salinidade e quantidade de oxigênio dissolvido na água (MLADENOV *et al.* 1983, LAWRENCE & HERRERA 2000, MCGOVERN 2002, 2003). Em relação à reprodução sexuada, de uma maneira geral, os Ophiuroidea são dióicos e apresentam fecundação externa. Porém existem exceções, ocorrendo espécies vivíparas e hermafroditas (FELL 1946), influenciadas por atividade bioluminescente (DEHEYN *et al.* 2000), podendo também haver uma combinação de fecundação cruzada e autofecundação (POULIN *et al.* 1999).

Com relação às primeiras citações sobre os Echinodermata para o litoral do Brasil foram encontradas algumas notas publicadas por VERRILL (1868) sobre os organismos deste grupo que eram conhecidos na época por Radiata e foram coletados na região de Abrolhos, costa sul da Bahia.

Posteriormente, foram desenvolvidos diversos estudos com variados enfoques, sendo muitos destes baseados em levantamentos faunísticos realizados através de operações oceanográficas ao longo da costa brasileira. Inúmeros exemplares assim obtidos foram estudados por TOMMASI e colaboradores (1970, 1985, 1999) que realizaram diversos levantamentos da

fauna de Ophiuroidea para o litoral do Brasil, apresentando chaves de identificação, novas ocorrências e descrições de novas espécies.

Outros pesquisadores também contribuíram de forma relevante com trabalhos sobre os representantes da classe Ophiuroidea para a costa brasileira, principalmente das regiões sul e sudeste. MONTEIRO (1987) descreveu a distribuição e o estado gonadal dos indivíduos da referida classe coletados no litoral de Ubatuba (SP). Na costa do Rio de Janeiro, MANSO (1989) observou os Ophiuroidea através de um levantamento dos Echinodermata encontrados na plataforma continental entre Cabo Frio e Saquarema. A partir de coletas das operações oceanográficas CONVERSUT I e II, ABSALÃO & MANSO (1990) compararam a distribuição biogeográfica da fauna de Ophiuroidea com as correntes oceânicas, abrangendo desde a costa sudeste do Brasil até o norte da Argentina. Com material coletado nas expedições oceanográficas SUESTE I, III e IV, MANSO (1991) analisou os aspectos ecológicos relacionados com a morfologia e a frequência de espécimes de Ophiuroidea com gônadas.

A maioria dos trabalhos sobre os Ophiuroidea no litoral brasileiro foi realizada na costa sul-sudeste do Brasil. Comparada com outras localidades do mundo, a quantidade de trabalhos realizados ainda é relativamente baixa, considerando a extensão da nossa costa. Isso acarreta um número pequeno de espécies citadas para o litoral brasileiro em relação aos outros países, principalmente junto à região do Caribe. Entre as regiões menos estudadas encontram-se os litorais das regiões norte e nordeste do Brasil, onde as informações são consideradas escassas com relação ao filo Echinodermata (HADEL *et al.* 1999).

BORGES *et al.* (2002) realizaram um levantamento, identificando e descrevendo as espécies que ocorrem na costa dos estados das regiões sul e do sudeste do Brasil, a partir do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE). Como consequência da pequena quantidade de trabalhos existentes em relação aos Ophiuroidea, estudos recentes demonstraram várias novas ocorrências, mesmo para a costa sudeste do Brasil, onde existe maior número de trabalhos desenvolvidos. Entre estes, NETTO *et al.* (2005) publicaram um levantamento sobre os Echinodermata

do canal de São Sebastião (SP), registrando novas ocorrências para a região. Desta mesma forma, BORGES & AMARAL (2007) também contribuíram com novos registros de espécies de Ophiuroidea para a plataforma continental das regiões sul e sudeste da costa brasileira.

Para o litoral do nordeste brasileiro existe carência de trabalhos sobre o filo Echinodermata, sendo que alguns foram realizados em sedimentos móveis ao longo da plataforma continental. LIMA-VERDE (1969) realizou um levantamento sobre a fauna de Echinodermata, tendo registrado 12 espécies de Ophiuroidea, coletados desde a foz do rio Parnaíba, Estado do Piauí, até a foz do rio São Francisco no litoral sul do Estado de Alagoas. Posteriormente, foi desenvolvido um trabalho sobre a fauna de Ophiuroidea na plataforma continental das regiões norte e nordeste, no qual ALBUQUERQUE (1986) estudou a morfologia das espécies encontradas e caracterizou a respectiva distribuição zoogeográfica. Através do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), sabe-se que os representantes do filo Echinodermata compõe 5,37% da macrofauna bentônica presente na plataforma externa da região nordeste do Brasil, sendo a maioria deles encontrados em substrato formado por cascalho (COELHO FILHO *et al.* 2009).

Além de existir pouco conhecimento sobre a classe Ophiuroidea para o litoral do nordeste brasileiro, os estudos sobre este grupo de invertebrados bentônicos na zona entremarés e infralitoral, são restritos há alguns ambientes e poucas localidades em relação ao tamanho da costa nordestina. ALVES & CERQUEIRA (2000) analisaram a frequência dos Ophiuroidea que ocorrem no litoral de Salvador (BA), incluindo substratos recifais e fundos moles. MAGALHÃES *et al.* (2005) realizaram um levantamento da fauna conhecida para o litoral deste mesmo estado, tendo registrado a presença de 40 espécies de Ophiuroidea, incluindo substratos consolidados e inconsolidados. MANSO *et al.* (2008) caracterizou a distribuição dos Ophiuroidea encontrados na zona infralitoral da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (BA), totalizando 23 espécies encontradas em diferentes substratos.

Na região entremarés do litoral de Cabo Branco (PB), GONDIM *et al.* (2008) registraram a ocorrência e a distribuição da fauna de Ophiuroidea de acordo com

o hábitat, sendo registradas 13 espécies ao todo. Para o litoral de Pernambuco, foi realizado um inventário das espécies encontradas nesta costa, incluindo o Arquipélago Fernando de Noronha, onde um total de 15 espécies de Ophiuroidea foram caracterizadas (LIMA & FERNANDES 2009). Recentemente, uma nova espécie foi descoberta no litoral do nordeste, brasileiro, sendo registrada pela primeira vez na costa no Estado da Paraíba, por GONDIM *et al.* (2010).

Para o litoral de Alagoas, SOVIERZOSKI & CORREIA (1995a) apresentaram as espécies mais comuns e alguns dos aspectos ecológicos da fauna de Echinodermata encontrada nos recifes de coral costeiros. SILVA (2002) realizou um levantamento dos Echinodermata, incluindo os Ophiuroidea do recife de coral da Ponta Verde, no qual foi estudada a distribuição dos animais deste grupo. Posteriormente, no mesmo recife de coral, LIMA (2008) estudou a composição taxonômica da fauna de Ophiuroidea associada a fitais no recife de coral da Ponta Verde, em Maceió (AL).

Com base nas informações levantadas pode-se demonstrar a carência de estudo sobre os representantes do filo Echinodermata, em especial da classe Ophiuroidea para o litoral do nordeste brasileiro, principalmente junto aos ecossistemas recifais, entre estes os localizados ao longo da costa alagoana.

## 3.2. CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS

Os representantes da classe Ophiuroidea são animais que podem ser encontrados em todos os ecossistemas marinhos bentônicos, desde a região entremarés, ao longo da plataforma continental e nas grandes profundidades abissais (FELL 1949). Ao longo dos ecossistemas costeiros estes invertebrados ocorrem em diversos ambientes como recifes de coral, costões rochosos, praias, manguezais, lagunas e junto a outros organismos da fauna bentônica (HOOKER *et al.* 2005). Entre os diferentes habitats preferidos pelos ofiuróides também podem ser mencionados os diversos substratos naturais, como esponjas, cnidários e briozoários, além das comunidades incrustantes e das macroalgas, estas últimas também conhecidas por fitais (POMORY 2007).

As associações de Ophiuroidea com diferentes substratos foram evidenciadas em diversos estudos. CHAVARRO *et al.* (2004) realizaram um levantamento de diversos tipos de substratos que formavam microhabitats para diferentes espécies de Ophiuroidea. Entre estes foram citadas rochas, esponjas, octocorais, hidrocorais, macroalgas, além de outros, os quais foram agrupados em duas categorias representados pelos substratos bióticos e abióticos.

Os diversos substratos naturais utilizados pelos Ophiuroidea fornecem abrigo para reprodução, pois no interior destes substratos vivos, várias espécies de Ophiuroidea reproduzem-se por fissão, o que favorece a possibilidade de encontrar inúmeros clones destes organismos em regeneração (MLADENOV & EMSON 1988, CHAO & TSAI 1995).

### 3.2.1. SUBSTRATO RECIFAL

Entre os ecossistemas marinhos, os ambientes recifais abrigam maior diversidade biológica e as macroalgas estão entre os seres mais importantes por serem produtores primários e formarem as comunidades conhecidas por fitais. Segundo CONNELL (1978), os recifes de coral possuem uma diversidade equivalente ou maior do que a de florestas tropicais, isto porque há recolonização

por muitas espécies em áreas onde algum organismo foi removido devido ter sido atingido por distúrbios diversos, sejam físicos ou simplesmente por predação.

Alguns outros fatores podem influenciar direta ou indiretamente a diversidade dos ecossistemas recifais. Entre eles estão o tempo de exposição durante as marés baixa, quantidade de luz recebida, energia das ondas nas zonas de arrebentação, herbivoria e coralivoria (HUSTON 1985). Estes fatores somados aos distúrbios causados por competição espacial contribuem para o aumento e manutenção da diversidade de organismos sésseis nestes ambientes recifais (HUGHES 1989).

Além do mais, a complexidade da estrutura formada por corais e outros organismos sésseis mortos, junto aos organismos vivos estabelecidos em um recife aumentam a área de superfície local, proporcionando abrigo para um maior número de animais bentônicos, tanto sedentários quanto vágeis, aumentando a riqueza de espécies, o que acarreta no acréscimo da diversidade no ambiente (TRAUTMAN *et al.* 2000, KOSTYLEV *et al.* 2005).

Na costa brasileira foram realizados alguns estudos de fauna associada a corais. No litoral da região sudeste, NOGUEIRA (2003) analisando a fauna associada ao coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1901) verificou que diversos grupos de animais macrobentônicos podem ser encontrados junto ao coral estudado, sejam eles vágeis ou sésseis, tais como Porifera, Hydrozoa, Anthozoa, Mollusca, Crustacea e Echinodermata.

No litoral de Pernambuco, NEVES *et al.* (2007) classificaram a associação entre Ophiuroidea e o coral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) como relação ocasional, na qual os Ophiuroidea são favorecidos pelo substrato que fornece abrigo em sua estrutura. Posteriormente, LIRA *et al.* (2009) verificaram que o mesmo coral possui características oportunistas em relação ao seu hábito nutricional, representando papel importante na ecologia trófica do recife de coral estudado.

GARCIA *et al.* (2009) analisaram a fauna de invertebrados macrobentônicos, entre os quais foram observados Nemertinea, Polychaeta, Mollusca, Crustacea e Echinodermata juntos a *Millepora alcicornis* Linnaeus, 1758 presente em um recife de coral no litoral do Ceará.

O litoral alagoano possui muitos ecossistemas recifais, nos quais há presença de inúmeros bancos de macroalgas que atraem uma grande diversidade de invertebrados bentônicos e peixes (SOVIERZOSKI & CORREIA 1995b). A biodiversidade marinha bentônica dos recifes alagoanos foi caracterizada por CORREIA & SOVIERZOSKI (2009) que apresentaram os invertebrados marinhos mais freqüentes desse litoral, incluindo os equinodermos.

Entretanto, a biodiversidade dos ecossistemas recifais de Alagoas ainda é pouco conhecida, quando comparada às informações existentes sobre os invertebrados marinhos das regiões sudeste e sul do Brasil, em especial para a classe Ophiuroidea. Com a crescente degradação que vem ocorrendo junto aos ambientes recifais, devido ao turismo e outras atividades antrópicas, torna-se necessário estudar e conhecer a fauna local (CORREIA & SOVIERZOSKI 2010).

### 3.2.2. SUBSTRATO ALGAL

O conceito do termo fital foi criado por REMANE que o utilizou pela primeira vez em 1933, quando enfatizou a importância das macroalgas para as comunidades bentônicas. As macroalgas contribuem para o aumento da diversidade, pois oferecem ambientes favoráveis para abrigar diferentes organismos bentônicos entre seus talos e folíolos, visto que além destes animais utilizarem as algas como substrato, estas também fornecem alimento, refúgio e locais para reprodução para as espécies que nelas habitam (HACKER & STENECK 1990, HOLMLUND *et al.* 1990, BOSTRÖM & BONSDORFF 2000).

Estudos realizados com fitais possuindo diferentes estruturas comprovaram que a complexidade estrutural das macroalgas afeta diretamente a diversidade e a abundância dos metazoários associados. Isso significa que quanto mais complexa for a morfologia da alga-substrato estudada, maior será o número de indivíduos associados a ela, conseqüentemente podendo acarretar em uma maior quantidade de táxons (GEE & WARWICK 1994, CHEMELLO & MILAZZO 2002, HOOPER & DAVENPORT 2006).

Além do mais, algumas macroalgas produzem substâncias tóxicas antiherbivoria, as quais são os chamados metabólitos que podem ser produzidos pela própria alga ou por outro organismo em associação. Estas substâncias influenciam na comunidade bentônica, principalmente na composição da fauna associada ao fital e contribuem para proteção da mesma (PEREIRA *et al.* 2000, ERICKSON *et al.* 2006, MACAYA & THIEL 2008).

A composição da fauna de fital tem sido objeto de estudo em várias partes do mundo com diferentes macroalgas. Na costa da Austrália, MARTIN-SMITH (1994) observou dois padrões distintos para o tempo de recolonização da macroalga *Sargassum fissifolium* (Mert.) J.Agardh por diferentes táxons da epifauna, estando relacionados à mobilidade dos táxons e a ocupação de novos habitats desocupados. Na litoral da Nova Zelândia, WILLIAMSON & CREESE (1996) analisaram a fauna associada ao fital incrustante *Pseudolithoderma* sp, relacionando a complexidade do habitat e a diversidade da fauna com tubos ou conchas para proteção. TOYOHARA *et al.* (1999) caracterizaram a variação da composição de gastrópodes entre dois diferentes fitais, bem como a influência desses substratos na reprodução destes organismos. KELAHER (2002, 2003) relacionou a diversidade e a biomassa da fauna associada ao fital com a complexidade do habitat e características biológicas, comparando a diversidade de uma estrutura artificial com uma alga coralínea.

No litoral brasileiro a maioria dos trabalhos sobre a fauna associada aos fitais concentram-se na costa das regiões sudeste e sul. Muitos destes estudos eram voltados a um grupo faunístico específico. Entre as pesquisas realizadas, foram abordados aspectos desde a composição faunística até informações relacionadas à alimentação e reprodução. Um dos primeiros trabalhos de fitais para a costa do Brasil foi realizado por BOFFI (1972) que caracterizou a composição e distribuição da fauna de Ophiuroidea em diferentes fitais da costa do Estado de São Paulo. Posteriormente, TARARAM & WAKABARA (1981) compararam a composição da fauna vágil associada à *Sargassum*, especialmente Gammaridae (Crustacea, Amphipoda) presente em áreas expostas e protegidas do litoral Estado de São Paulo. Na baía de Santos, localizada neste mesmo litoral, MASUNARI (1988) estudou a associação de diferentes estágios de tamanhos do

Gastropoda *Crepidula aculeata* Dall, 1927 com a macroalga *Amphiroa beauvoisii* Lamouroux. No litoral norte de São Paulo, em Ubatuba, JACOBUCCI & LEITE (2002) analisaram a influência da profundidade na sazonalidade e na estrutura da fauna associada à *Sargassum cymosum* C. Agardh. No mesmo litoral, JACOBUCCI *et al.* (2006) realizaram um levantamento dos táxons Mollusca, Crustacea e Echinodermata analisando a fauna associada ao fital *Sargassum* spp.

Outros estudos com fitais foram realizados, sendo a maioria deles com enfoque na fauna de Amphipoda associada à macroalgas. Na costa do Estado do Paraná, DUTRA (1985) estudou aspectos biológicos deste grupo de crustáceos, em especial a família Caprellidae (Amphipoda) associada à *Pterocladia capillacea* (S.G.Gmelin) Bornet. DUBIASKI-SILVA & MASUNARI (1998) apresentaram a estrutura populacional, compreendendo a variação sazonal e os estágios diferenciados de Gammaridae (Amphipoda) associados a fitais do litoral do Estado do Paraná.

No litoral do Espírito Santo, CARVALHO *et al.* (2000) analisaram a variação na composição quali-quantitativa da fauna de Ophiuroidea associada a quatro fitais da costa da cidade de Piúma. PARESQUE (2008) caracterizou seis fitais diferentes e suas características de tais como biomassa, fractal e sedimento retido no talo, entre as quais verificou qual exercia maior influência na composição da fauna associada no litoral de Vitória, Estado do Espírito Santo.

Entretanto, existem poucos estudos sobre fauna associada as comunidades de fitais junto aos ecossistemas recifais, principalmente no litoral da região nordeste. Na costa do Estado de Pernambuco, foram realizados alguns dos primeiros trabalhos nesse âmbito, entre os quais ALVES (1991) caracterizou a composição e a variação da macrofauna em um banco de fanerógamas. Posteriormente, OLIVEIRA *et al.* (2003) caracterizaram a variação temporal da composição de moluscos associados às macroalgas *Padina gymnospora* (Kuetzing) Sonder e *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux neste mesmo litoral.

No litoral da Paraíba, COSTA (2006) analisou os impactos negativos decorrentes do turismo sobre a fauna associada ao fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux.

No ecossistema recifal do Parque Nacional Marinho de Abrolhos, FIGUEIREDO *et al.* (2007) observaram a variação da composição da fauna entre as estações outono, inverno e primavera encontrados em um banco de rodólitos.

Para a costa do Estado de Alagoas, SANTOS & CORREIA (1994) diferenciaram a frequência da fauna associada entre as comunidades de seis diferentes fitais no recife de coral da Ponta Verde, em Maceió (AL). SANTOS & CORREIA (1995, 2001) realizaram também estudos caracterizando a variação temporal qualitativa e quantitativa, comparando a fauna do fital *H. opuntia* dos recifes de coral da Ponta Verde e Pajuçara, ambos localizados no litoral urbano de Maceió.

Com base nas informações apresentadas, pode-se constatar uma carência de estudos sobre a variabilidade temporal das comunidades de fitais para o litoral brasileiro, em especial junto aos ecossistemas recifais, assim também com relação à fauna associada a diferentes organismos sésseis. Entretanto, sabe-se que as macroalgas e outros invertebrados bentônicos constituem ambientes favoráveis para diferentes representantes da fauna associada, sendo importantes constituintes da base da cadeia alimentar marinha e também podem ser utilizadas como indicadores biológicos direcionados para a preservação dos ecossistemas costeiros e marinhos.

## IV. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1. RECIFES DE ALAGOAS

No litoral do Estado de Alagoas, os ecossistemas recifais estão presentes ao longo de toda a zona costeira, distribuídos de forma descontínua e com maior concentração ao longo do litoral norte e central de Alagoas, até a costa de Maceió, capital do Estado. Estes recifes apresentam três tipos diferentes de origem geomorfológica, incluindo os recifes de coral, recifes de arenito e recifes orgânicos, os quais se distribuem junto à linha de praia e ao longo da plataforma costeira. A maioria dos recifes de coral se localiza próximo ou mesmo junto à linha de costa e são formados pela sedimentação dos esqueletos de corais, compactados principalmente por algas calcárias, ocorrendo em maior número desde o litoral de município de Maragogi, limite norte do Estado de Alagoas, até o litoral da cidade de Maceió, litoral central. Os recifes de arenito foram formados a partir da consolidação de antigas linhas praias ou a partir de um ou mais bancos de areia, estabelecidos à custa da sedimentação do carbonato de cálcio ou óxido de ferro que reagiram quimicamente com a sílica da água do mar, formando cordões paralelos a linha de costa, onde exista influência de descarga de águas continentais, sendo principalmente encontrados no litoral central a partir do sul de Maceió e ao longo da costa sul alagoana (CORREIA & SOVIERZOSKI 2009).

A maioria dos estudos realizados ao longo da zona costeira de Alagoas abrangeu os ambientes recifais, principalmente os recifes de coral. A caracterização dos ecossistemas recifais de Alagoas foi publicada inicialmente visando a divulgar a importância destes, além de caracterizar os representantes da fauna de invertebrados com maior frequência de ocorrência nos recifes alagoanos (SOVIERZOSKI & CORREIA 1995a, 1995b).

Com relação à diversidade de invertebrados nos ecossistemas recifais alagoanos diversos grupos foram estudados. SANTOS & CORREIA (1994, 1995, 2001) caracterizaram a variedade da fauna associada a diferentes algas, incluindo

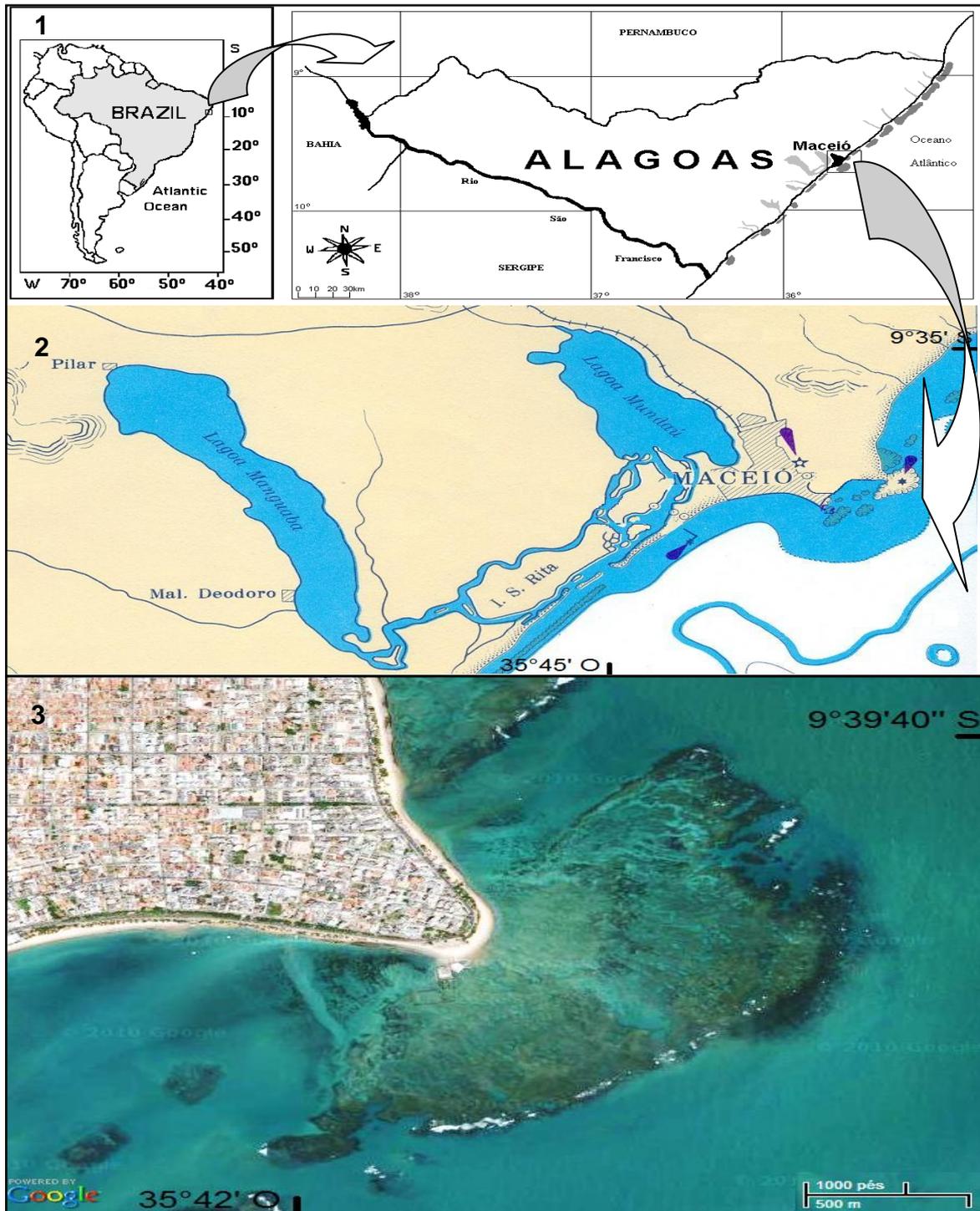
diversos grupos taxonômicos de organismos bentônicos entre os quais mencionaram a importância quantitativa dos representantes da classe Ophiuroidea junto a dois diferentes ecossistemas recifais urbanos de Maceió, representados pelos recifes de coral da Ponta Verde e da Pajuçara. As espécies de organismos marcobentônicos foram analisadas de acordo com a distribuição espacial e qualitativa ao longo do recife de coral da Ponta Verde por CORREIA (1997). Alguns grupos de invertebrados bentônicos foram estudados por vários autores ao longo da costa alagoana, principalmente no litoral central. Em relação à diversidade de esponjas, foram observados aspectos taxonômicos e ecológicos, além da distribuição espacial, sendo registradas 35 espécies, entre elas 12 foram consideradas novas ocorrências (SARMENTO 2001, SARMENTO & CORREIA 2002, CEDRO 2006, CEDRO *et al.* 2007). A distribuição espacial dos corais escleractíneos presentes nos ecossistemas recifais de Alagoas foi publicada por CORREIA (2011) que enfatizou os aspectos ambientais e a presença de cinco espécies de corais endêmicos para a costa do Brasil. A fauna de Polychaeta também foi estudada ao longo da costa alagoana, como a diversidade de Polychaeta presente tanto em ecossistemas recifais quanto em estuarinos (SOVIERZOSKI 2000), as espécies associadas a diferentes tipos de macroalgas (CASTRO 2005, MÁXIMO 2006), na fauna acompanhante de esponjas (OLIVEIRA 2007) e de agregados orgânicos (SANTOS 2008), além de comunidades incrustantes presentes em substrato artificial (LIMA 2008). Os Echinodermata também foram caracterizados em diversos estudos, incluindo a fauna da região entremarés do recife de coral da Ponta Verde (SILVA 2002), as análises dos hábitos alimentares de duas espécies da classe Echinoidea (BORBA 2004), a diversidade e a distribuição taxonômica da fauna de Ophiuroidea presente em diferentes macroalgas (LIMA 2008), além do levantamento taxonômico e ecológico da classe Holothuroidea nos ecossistemas recifais urbanos de Maceió (MIRANDA 2009). Entre os estudos realizados no litoral de Alagoas, se destacam os realizados sobre o filo Bryozoa, cujos trabalhos de aspectos taxonômicos e distribuição geográfica registram 65 novas ocorrências de espécies, incluindo novas descrições de gêneros e espécies, para as quais a costa alagoana foi citada como localidade-tipo (VIEIRA 2005, 2008, VIEIRA *et al.* 2007, VIEIRA *et al.* 2008, 2010).

#### 4.1.2. RECIFE DE CORAL DA PONTA VERDE

A área de estudo abrange o recife de coral da Ponta Verde, localizado no litoral da zona urbana de Maceió, região costeira central do Estado de Alagoas, Brasil. O recife em questão está localizado entre as coordenadas geográficas 9°39'40"- 9°40'50" S e 35°41' - 35°42' O (Figuras 1, 2 e 3).

Este recife de coral caracteriza-se por ser do tipo costeiro, situado próximo da linha de praia e com formação em franja, possuindo uma plataforma recifal com aproximadamente 1km<sup>2</sup> de área, na região de entremarés, a qual fica exposta nas marés baixas de sizígia, onde se encontram pequenas piscinas naturais inseridas na estrutura recifal. O clima desta região é do tipo As, com um período chuvoso considerado inverno, abrangendo os meses entre Abril e Agosto, além do período seco caracterizado como verão, compreendendo os meses entre Setembro e Março. Este recife pode ser considerado moderadamente impactado devido ao fácil acesso durante as marés mais baixas de pescadores, moradores locais e turistas que acarretam impactos ambientais devido ao pisoteio, lançamento de resíduos sólidos e outros (CORREIA & SOVIERZOSKI 2009).

Com relação aos organismos que possivelmente sofrem mais impactos ambientais no recife em questão estão principalmente os representantes da fauna e da flora bentônicas que vivem diretamente associados ao substrato recifal como as macroalgas e várias espécies de invertebrados. Entre os representantes da fauna local impactados existem várias espécies de esponjas que ocorrem em áreas rasas (CEDRO *et al.* 2007) e também os cnidários, principalmente os corais escleractíneos, os quais tiveram sua distribuição estudada por CORREIA (1997, 2010). O impacto na biodiversidade dos organismos macrobentônicos, incluindo também provavelmente representantes do filo Echinodermata e das macroalgas nos ecossistemas recifais do litoral urbano de Maceió, incluindo o recife da Ponta Verde, foi caracterizada por CORREIA & SOVIERZOSKI (2010) que demonstraram a ausência de organismos nas áreas mais utilizadas por atividades turísticas.



Figuras 1-3. Localização do recife de coral da Ponta Verde, situado no município de Maceió, no litoral central do Estado de Alagoas, Brasil. (1) Mapa Geral; (2) Mapa adaptado da Carta Náutica (DHN nº 901); (3) Imagem de Satélite da área de estudo (Google Earth).

#### 4.1.3. CARACTERIZAÇÃO DAS ALGAS-SUBSTRATO

As algas consideradas para o desenvolvimento do presente trabalho foram a Rhodophyta *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) Lamouroux, a Phaeophyta *Dictyota cervicornis* (Kuetzing) e a Chlorophyta *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh. Estas três macroalgas escolhidas para a realização deste estudo junto ao ecossistema recifal da Ponta Verde, em Maceió, foram consideradas abundantes segundo CORREIA (1997).

Na Rhodophyta *A. fragilissima* (Figura 4) foram observados que os talos apresentam ramificações, sendo a estrutura destes formada por ramos calcificados e com aspecto dicotômico, proporcionando assim uma estrutura rígida e emaranhada (LITTLER *et al.* 1989). A calcificação presente no talo das marcoalgas tanto desse gênero quanto de *Halimeda* pode ser considerado um fator antiherbivoria (PADILLA 1989). Esta alga pode ser encontrada em substratos duros, principalmente junto ao substrato do topo da plataforma recifal e associada com outras espécies de algas marinhas, podendo ocorrer desde a região entremarés até 60 metros de profundidade (LITTLER *et al.* 2000). No recife de coral da Ponta Verde, a referida alga está distribuída junto ao topo da plataforma recifal, em forma de manchas paralelas à linha de praia, sendo a concentração mais densa localizada na região sul do recife (CORREIA 1997).



Figura 4. Aspecto da alga *A. fragilissima* emersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia.

A Phaeophyta *D. cervicornis* (Figura 5) apresenta talos com ramificações dicotômicas e subdicotômicas, finas em forma de lâminas, geralmente arranjadas em espiral, sem calcificação e com ápice angular (NUNES & PAULA 2001). O gênero *Dictyota* possui substâncias químicas antibactericida, antifúngica e antiherbivoria, as quais são usadas como marcadores taxonômicos, sendo objeto de análises em estudo relacionados com a sistemática (TEIXEIRA *et al.* 1991). Em geral, esta alga encontra-se aderida a diferentes tipos de substratos, como fragmentos de conchas, substrato recifal ou em areia, tendo sua distribuição caracterizada desde a região entremarés até 15 metros de profundidade (LITTLER *et al.* 2000). Ao longo da zona entremarés do recife de coral da Ponta Verde, esta alga estudada apresenta-se localizada na plataforma recifal com distribuição irregular, tendo maior concentração entre a região norte e a borda do recife, em locais que apresentam acumulo de areia (CORREIA 1997).



Figura 5. Aspecto da alga *D. cervicornis* emersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia.

A alga Chlorophyta *C. racemosa* (Figura 6) possui um rizóide ramificado, estolão e ramos cilíndricos em torno do eixo central do ramo, com râmulos distribuídos irregularmente, exceto na porção basal, onde apresenta os râmulos com forma subglobulares e ápices dilatados (LITTLER *et al.* 1989, BRAYNER *et al.* 2008). Esta alga possui quantidades moderadas de substâncias tóxicas antiherbívoria. No entanto, sabe-se que ocorre uma substância tóxica presente no gênero *Caulerpa* que é produzida pelo dinoflagelado *Gambierdiscus toxicus* (TEIXEIRA *et al.* 1991, LARA-ISASSI *et al.* 2000). A distribuição espacial de *C. racemosa* ocorre em bancos, formando tapetes aderidos ao substrato recifal, podendo ser encontrada nas áreas mais calmas e também em locais com batimento médio de ondas, distribuindo-se junto à borda da plataforma recifal desde a região de infralitoral até 50 metros de profundidade (LITTLER *et al.* 2000). Na área de estudo, esta alga pode ser encontrada principalmente nas bordas do recife em questão, principalmente na porção sul, onde existe elevado hidrodinamismo (CORREIA 1997).



Figura 6. Aspecto da alga *C. racemosa* parcialmente imersa no recife de coral da Ponta Verde. Foto: M.D. Correia.

## 4.2. TRABALHO DE CAMPO

As coletas das amostras das três algas-substrato foram manuais e aleatórias sobre os bancos de concentração das algas escolhidas, realizadas em períodos semestrais, representados pelas épocas de verão e inverno, entre os anos 1998 e 2007, totalizando 10 anos de amostragens, durante os períodos diurnos das marés baixas de sizígia quando as algas encontravam-se imersas. Para cada uma das três espécies de alga-substrato estudadas foram coletadas três amostras, as quais foram delimitadas por um quadrado de 25 cm de lado. As amostras da alga-substrato eram removidas do substrato com o uso de uma espátula para a completa retirada da alga. As referidas amostras foram então acondicionadas em sacos plásticos individuais, devidamente etiquetadas, contendo água salgada do local e Cloreto de Magnésio a 10%, utilizado para anestésiar a fauna associada às algas. Todo o material biológico assim coletado foi transportado em caixas de isopor para o Setor de Comunidades Bentônicas, vinculado aos Laboratórios Integrados de Ciências do Mar e Naturais (LABMAR), do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), pertencente à Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Paralelamente, foram obtidos dados ambientais referentes à temperatura do ar e a temperatura da água, através da utilização de um termômetro de mercúrio com variação de 0 a 100 °C, sendo estas informações registradas em tabelas de campo. Realizaram-se também coletas de amostras da água visando à obtenção dos dados referentes à salinidade, sendo estas análises desenvolvidas posteriormente com base na metodologia usual (STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER, 1992), pelo laboratório do Setor de Hidrologia, vinculadas ao LABMAR (ICBS/UFAL).

Com relação aos dados pluviométricos, estes foram obtidos a partir do Banco de Dados da Diretoria de Meteorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas, através do site <<http://www.semarh.al.gov.br/tempo%20e%20clima/dados-meteorologicos/estacoes-meteorologicas-inmet/dados-horarios/>>.

### 4.3. TRABALHO DE LABORATÓRIO

No laboratório, foi adicionado formol a 10% nas amostras para fixação dos organismos da fauna associada às algas-substrato. Posteriormente, foram realizadas as triagens em bandejas plásticas com auxílio de pinças, pincéis e placas de Petri, objetivando assim separar todos os exemplares da fauna associada encontrada. Os diferentes grupos taxonômicos foram armazenados em frascos adequadamente etiquetados e contendo álcool a 70% como conservante.

A biomassa das algas-substrato foi caracterizada para cada uma das amostras coletadas através da medição de volume, utilizando uma proveta graduada, além do peso úmido, por meio de uma balança de precisão modelo Marte®AS2000C, assim também como o peso seco após a secagem até peso constante em estufa modelo E Nova Ética N480, com temperatura constante de 80 °C, as quais então eram pesadas novamente na referida balança de precisão.

Os exemplares de Ophiuroidea obtidos no processo de triagem foram analisados através de um microscópio estereoscópico, modelo Leica Z45V, para a observação detalhada das estruturas morfológicas, utilizando aumentos variados de acordo com o tamanho de cada indivíduo. A identificação dos indivíduos de Ophiuroidea foi realizada até o nível de espécie, com base em bibliografias especializadas e chaves de classificação, tendo como principais referências HENDLER *et al.* (1995) e TOMMASI (1999). Posteriormente, quando necessário, a identificação taxonômica dos exemplares foi confirmada pela Profa. Dra. Cynthia de Lara de Castro Manso, da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

As espécies foram analisadas quantitativamente para cada alga-substrato de acordo com os períodos amostrados. Representantes dos táxons encontrados foram fotografados com câmera digital, modelo Sony DSC-F717, acoplada a um microscópio estereoscópico, modelo Leica MZ12. Após, finalizadas todas as análises taxonômicas, os exemplares foram tombados, registrados e depositados na coleção de Echinodermata do Setor de Comunidades Bentônicas (LABMAR/ICBS/UFAL).

#### 4.4. ANÁLISE DE DADOS

Os dados ambientais foram processados através do programa Excel da Microsoft Office® para confecção de gráficos demonstrativos da variabilidade temporal da temperatura do ar e da água ao longo dos 10 anos amostrados. Foram também confeccionados gráficos com os valores de salinidade e os dados referentes à média da precipitação pluviométrica mensal para os mesmos períodos. Ainda, por meio do referido programa foram elaborados histogramas de média e erro padrão do peso seco (g) para cada uma das algas-substrato analisadas dos períodos estudados.

Com base nos dados ambientais citados anteriormente foram realizadas as Análises dos Componentes Principais (PCA) através do programa PAST 2.0 para observar como os períodos se agruparam de acordo com os referidos dados ambientais. Com este mesmo programa, foi desenvolvida a análise de regressão linear para caracterizar a relação entre o peso seco (g) das algas-substrato estudadas com relação à abundância de exemplares de Ophiuroidea para cada fital estudado. Em seguida, optou-se em avaliar os fatores ambientais que influenciaram as espécies de Ophiuroidea encontradas através da realização da Análise de Correspondentes Canônicos (CCA). Ainda, com este mesmo programa foi desenvolvida a análise de variância de uma entrada (ANOVA one-way) para testar a diferença entre as médias dos períodos de verão e inverno.

As espécies identificadas da classe Ophiuroidea foram analisadas quantitativamente, seguindo o critério de porcentagem de ocorrência para cada período amostral analisado, sendo este critério calculado com base na seguinte fórmula:

$$D = \frac{N_i \times 100}{N_e}$$

Onde:

D = representa dominância da espécie analisada

N<sub>i</sub> = equivale ao número de indivíduos da espécie estudada

N<sub>e</sub> = demonstra o número total de espécies observadas

As espécies da classe Ophiuroidea registradas para os três fitais analisados, junto aos períodos de verão e inverno ao longo dos 10 anos amostrados, foram caracterizadas de acordo com a variação da porcentagem de ocorrência, sendo classificadas do seguinte modo:

- Dominante -  $> 75\%$ ,
- Frequente -  $50\% < X < 75\%$ ,
- Comum -  $25\% < X < 50\%$ ,
- Ocasional -  $10\% < X < 25\%$ ,
- Raro -  $0\% < X < 10\%$ .

Os dados obtidos referentes à distribuição das espécies da classe Ophiuroidea foram tabulados através do programa Excel da Microsoft Office®, com o qual foram confeccionados gráficos demonstrativos da variabilidade temporal e espacial, em cada um dos períodos estudados, ao longo dos 10 anos, para cada uma das espécies de Ophiuroidea encontradas associadas junto às três diferentes algas-substrato. Este mesmo programa também foi utilizado para representar através de histogramas, os resultados das análises da média e do desvio padrão obtidos referentes à abundância, riqueza, índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitatividade de Pielou ( $J$ ), considerada cada uma das espécies de Ophiuroidea de acordo com os períodos amostrados para cada um dos três fitais estudados.

As análises ecológicas realizadas com os dados obtidos foram desenvolvidas com auxílio do programa Primer 6®, a partir do qual optou-se por calcular os índices de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e de equitatividade ( $J$ ) para calcular a diversidade e a homogeneidade, respectivamente, considerando as informações obtidas das espécies de Ophiuroidea, ao longo dos períodos estudados para os três fitais analisados. Com o auxílio desta mesma ferramenta computacional foram caracterizados os dados referentes ao índice de similaridade de Bray-Curtis, sendo este empregado na Análise de Agrupamento (Cluster)

utilizando o método UPGMA, além da Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS), ambos para comparar a variabilidade temporal entre os períodos estudados de cada fita amostrado. Para analisar a significância dos testes foi realizada a Análise de Similaridade (ANOSIM). Posteriormente, foi desenvolvida a análise da Similaridade Percentual (SIMPER), visando determinar quais foram às espécies responsáveis pelos resultados da similaridade entre os grupos formados e a dissimilaridade entre estes mesmos.

## V - RESULTADOS

### 5.1. ASPECTOS AMBIENTAIS

#### 5.1.1. DADOS FÍSICO-QUÍMICOS

Alguns parâmetros ambientais básicos foram caracterizados ao longo dos 10 anos deste estudo. Para a temperatura do ar foi observada uma variação entre 25°C e 29,5°C ao longo dos períodos amostrados, sendo os períodos de verão caracterizados por apresentarem temperatura mínima de 28°C e máxima de 29,5°C, enquanto que nos períodos de inverno ocorreram valores mais baixos de temperatura com variações entre 25°C e 27,5°C. A temperatura da água observada foi maior que a temperatura do ar, tendo variações máximas para os períodos de verão entre 27°C e 31°C, enquanto nos períodos de inverno os valores foram menores com temperaturas variando entre 27°C e 29°C (Figura 7).

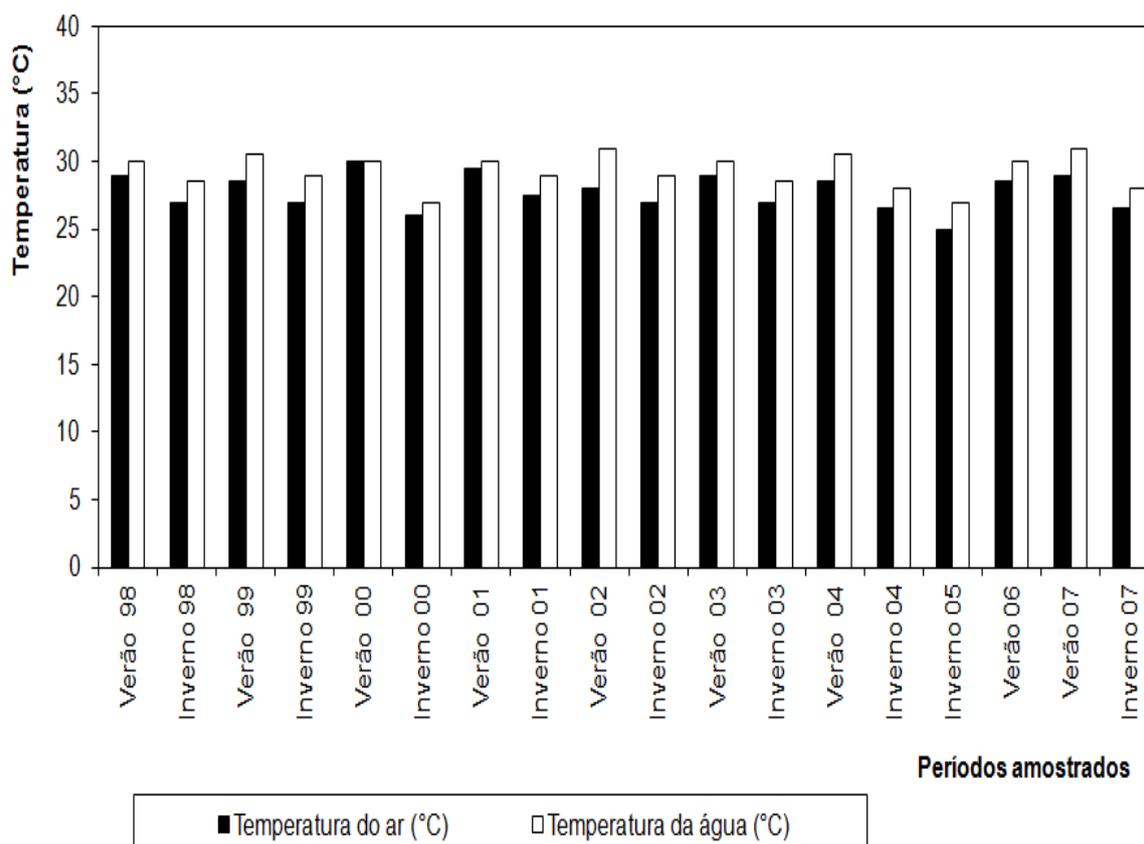


Figura 7. Variação da temperatura do ar e temperatura da água na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

A salinidade da água registrada durante o desenvolvimento do presente trabalho demonstrou variações entre 30,84‰ e 33,61‰. Considerando as análises desenvolvidas nos períodos de verão, constataram-se as maiores variações de salinidade com valores entre 31,93‰ e 33,61‰. Para os períodos de inverno a salinidade apresentou variações entre 30,84‰ e 32,78‰. Estas alterações nos valores de salinidades estão diretamente relacionadas à distribuição das chuvas, tendo a precipitação média durante os anos amostrados variando entre 0,97 mm e 8,43 mm. Foram constatadas médias menores de precipitação na maioria dos períodos de verão com valores entre 0,97 mm e 3,12 mm, com exceção do verão de 2002 com 11,88 mm. Em geral, as maiores médias de precipitação ocorreram nos períodos de inverno, principalmente no ano de 2000 com 8,12 mm e no ano de 2005 com 8,43 mm (Figura 8).

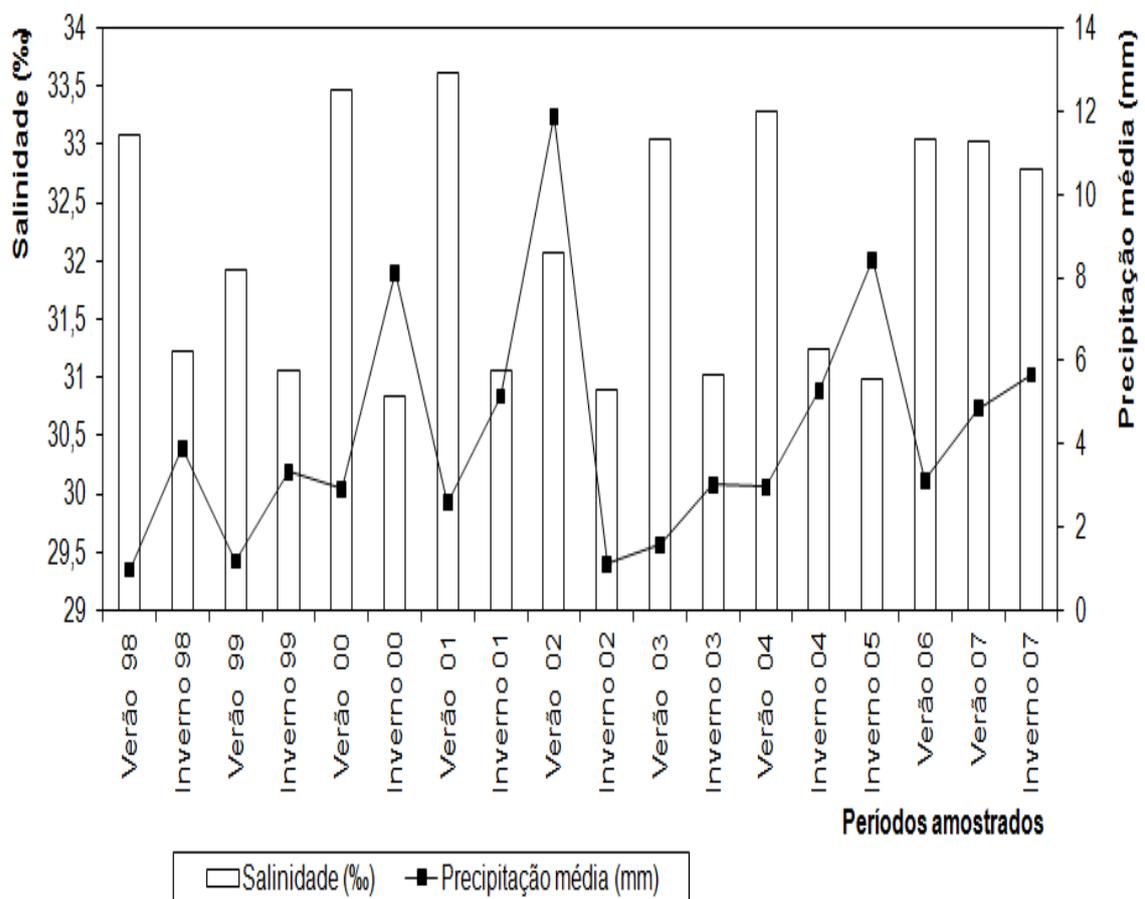


Figura 8. Variação da salinidade da água e média da precipitação na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

A caracterização das variações ambientais entre os períodos de verão e inverno analisados durante os anos de 1998 a 2007, quando comparados através da análise de componentes principais (PCA) demonstrou a formação de dois principais grupos. Entre estes, constatou-se a formação de um grupo representado pelos períodos de verão e o outro referente aos períodos de inverno. Nesta análise verificou-se apenas a exceção do período de verão do ano de 2002 que ficou isolado dos dois grupos principais, decorrente da elevada precipitação, quando em geral as chuvas são reduzidas na época seca, o que provavelmente esteve relacionado com o período de ocorrência de “La Ninha” (Figura 9).

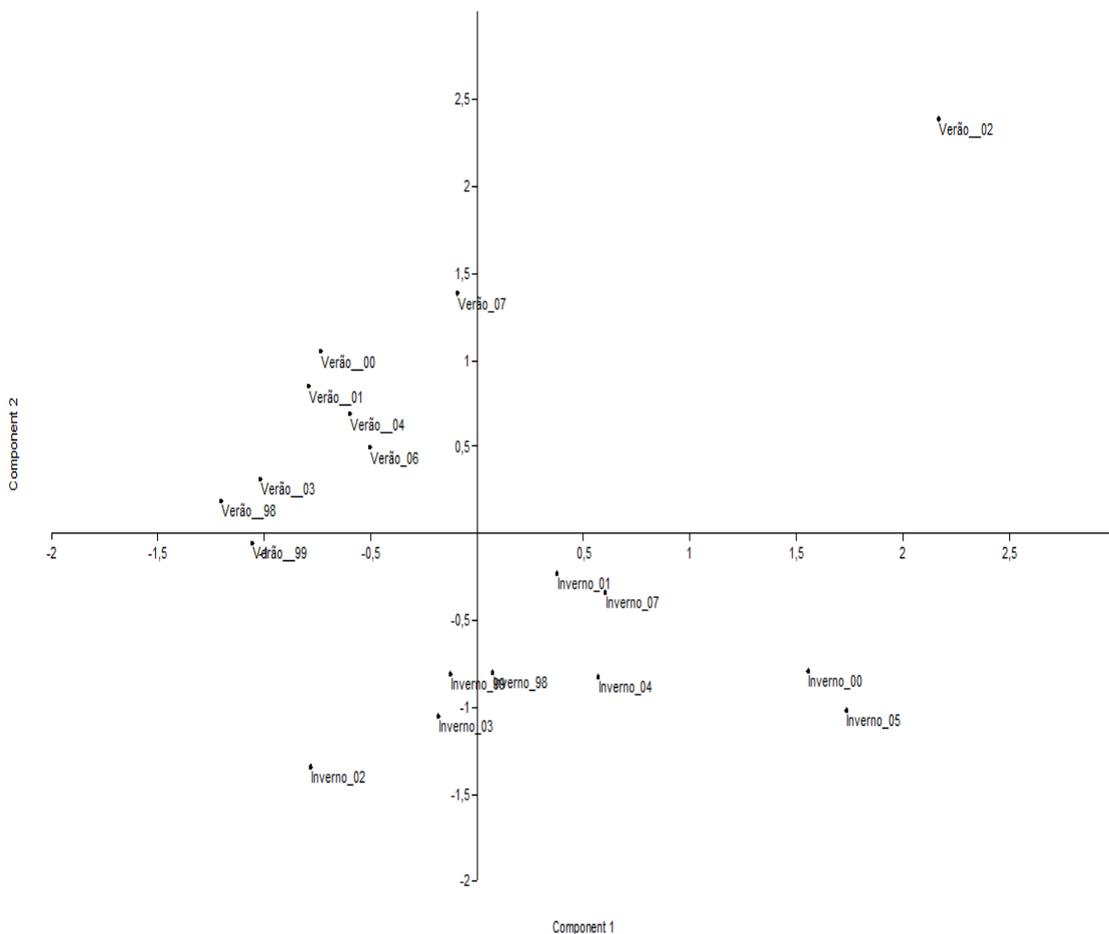


Figura 9. Análise dos componentes principais das variações ambientais na área estudada para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

### 5.1.2. BIOMASSA DOS FITAIS

Em relação à biomassa dos três fitais analisados no presente trabalho, optou-se por caracterizar os valores referentes ao volume, peso úmido e peso seco para cada uma das amostras das algas-substrato, sendo considerados somente os resultados referentes ao peso seco por serem os mais significativos.

Para o peso seco da alga-substrato *Amphiroa fragilissima* a maior média observada foi no período de inverno de 2005 com 292,24 g, sendo o menor no período de inverno de 2000 com 83,12 g (Figura 10).

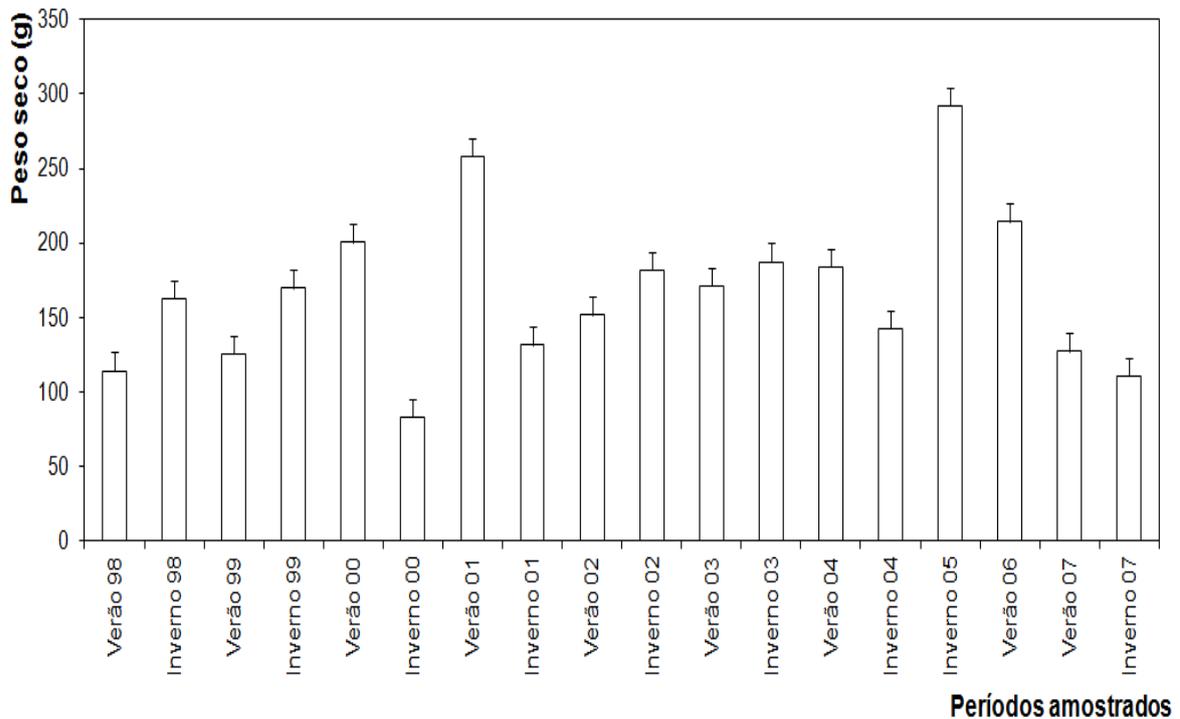


Figura 10. Média e erro-padrão do peso seco da alga-substrato *A. fragilissima* obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

A relação entre a abundância das espécies de Ophiuroidea e os valores de peso seco da alga-substrato *A. fragilissima* foi positiva e significativa, com  $r = 0,38$  (Figura 11).

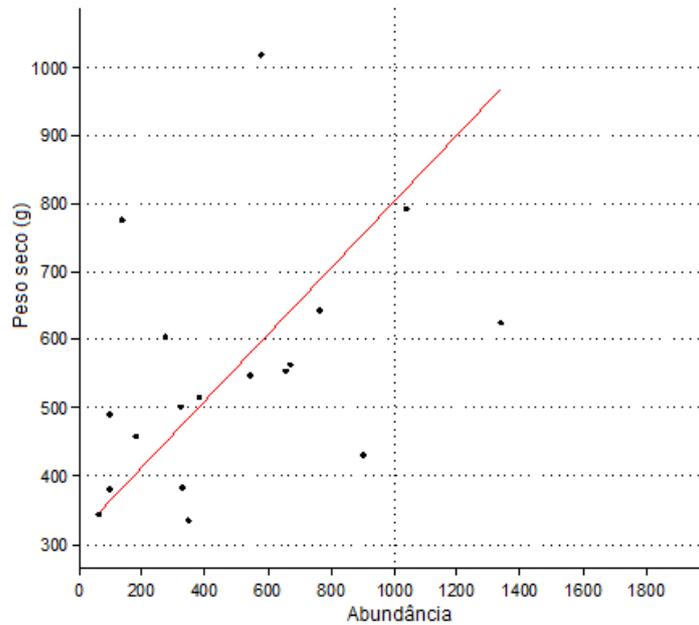


Figura 11. Relação entre abundância de espécies de Ophiuroidea e peso seco da alga-substrato *A. fragilissima* para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

Entre os valores médios de peso seco da alga-substrato *Dictyota cervicornis* foi registrada maior média para o período do inverno de 2004 com 46,66 g, sendo a menor média encontrada no período de inverno de 1999 com 8,12 g (Figura 12).

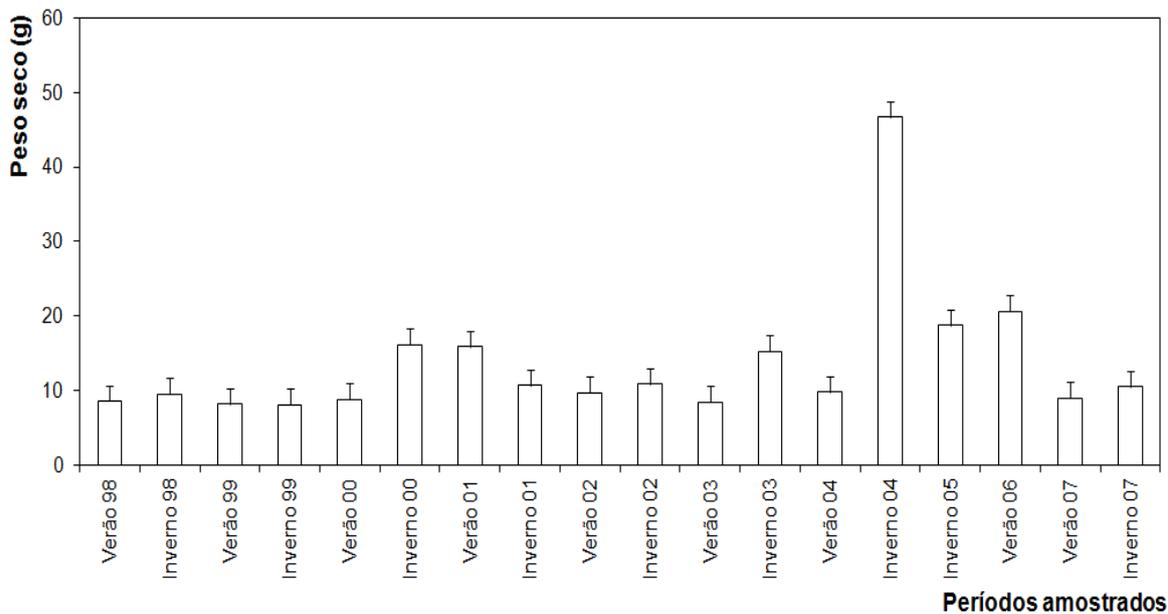


Figura 12. Média e erro padrão do peso seco da alga-substrato *D. cervicornis* obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

Ao analisar as relações entre a abundância dos exemplares de Ophiuroidea e o peso seco da alga-substrato *D. cervicornis* foi constatada correlação positiva e significativa, na qual  $r = 0,18$  (Figura 13).

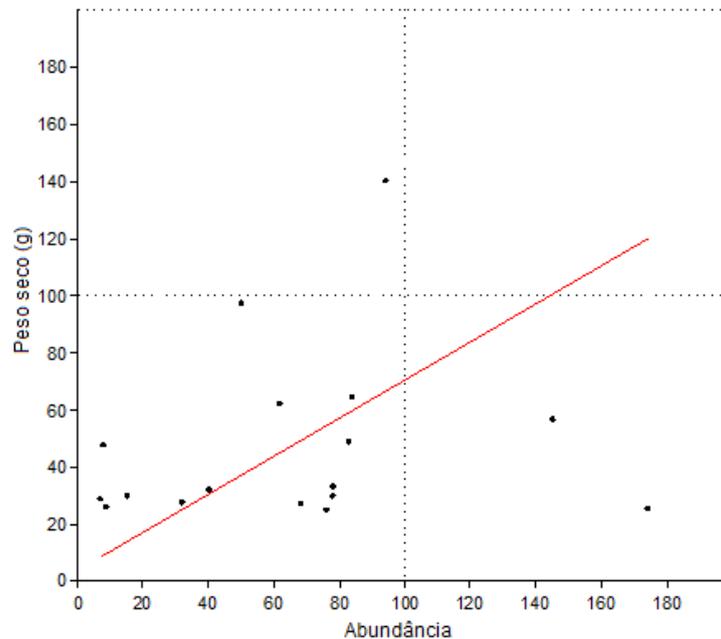


Figura 13. Relação entre abundância dos exemplares de Ophiuroidea com o peso seco da alga-substrato *D. cervicornis* para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

Para o peso seco da alga-substrato *Caulerpa racemosa*, a maior média foi registrada no período de inverno de 2005 com 54,34 g, sendo a menor para o período de verão de 2006 com 5,67 g (Figura 14).

Na alga-substrato *C. racemosa* foi constatada relação positiva entre a abundância dos exemplares de Ophiuroidea e o peso seco da alga-substrato, onde  $r = 0,51$  (Figura 15).

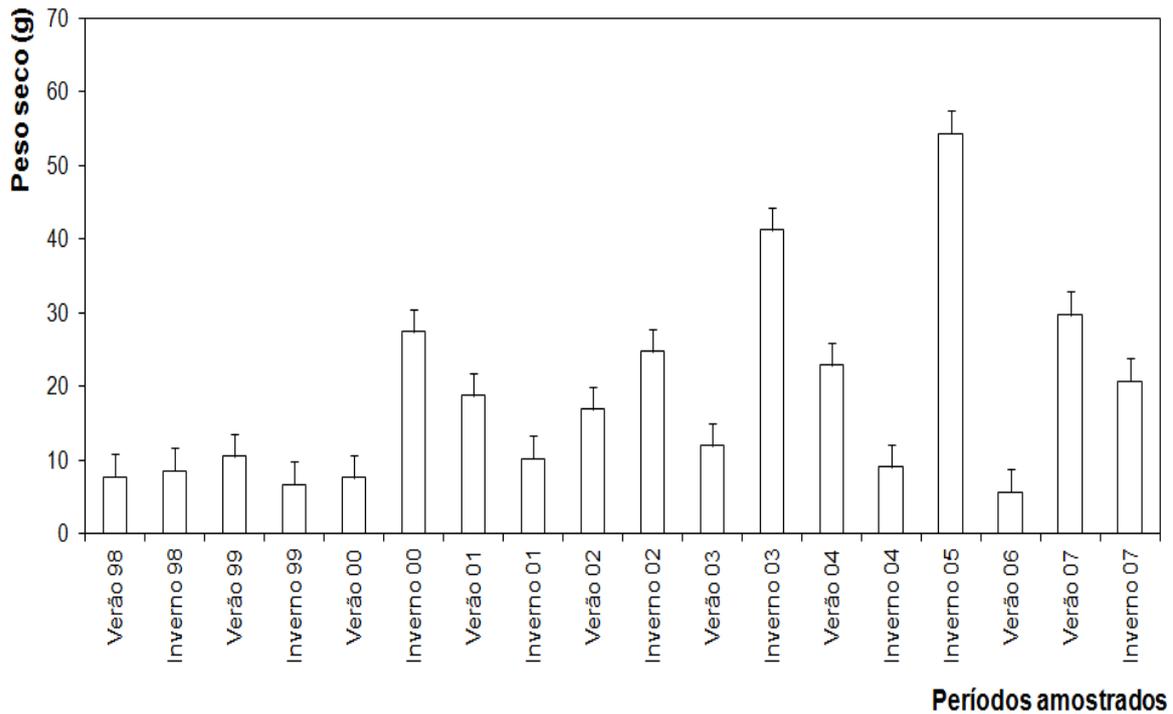
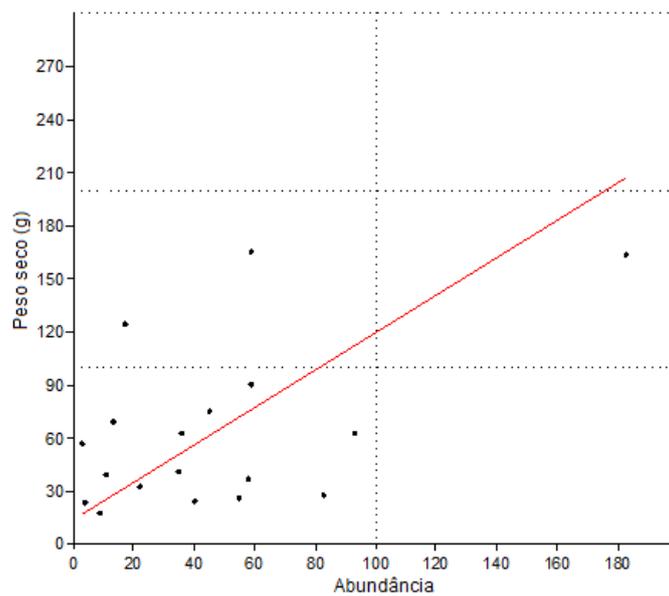


Figura 14. Média e erro-padrão do peso seco da alga-substrato *C. racemosa* obtida para os períodos amostrados ao longo de dez anos.



Figuras 15. Relação entre abundância dos exemplares de Ophiuroidea com o peso seco da alga-substrato *C. racemosa* para os períodos amostrados ao longo de dez anos.

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

Foram encontrados nas amostras analisadas, no presente trabalho, ao todo 10.664 indivíduos da classe Ophiuroidea, associados aos três diferentes fitais estudados no recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas. Os indivíduos em questão pertencem a nove espécies, distribuídas em seis gêneros e seis famílias, sendo todos estes táxons incluídos na ordem Ophiurida.

Segue abaixo a lista com a caracterização das espécies da classe Ophiuroidea, de acordo com o posicionamento taxonômico sugerido por HENDLER *et al.* (1995) e TOMMASI (1999):

Filo Echinodermata

Classe Ophiuroidea Gray, 1840

Ordem Ophiurida Müller & Troschel, 1840

Família Ophiuridae Lyman, 1865

*Ophiolepis paucispina* Say, 1825

Família Ophiodermatidae Ljungman, 1859

*Ophioderma appressum* Say, 1825

Família Ophiocomidae Ljungman, 1867

*Ophiocomella ophiactoides* Clark, 1901

Família Ophiactidae Matsumoto, 1915

*Ophiactis brasiliensis* Manso, 1988

*Ophiactis lymani* Ljungman, 1871

*Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)

Família Amphiuridae Ljungman, 1867

*Amphipholis januarii* Ljungman, 1867

*Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)

Família Ophiothrichidae Ljungman, 1866

*Ophiothrix angulata* (Say, 1825)

Ordem Ophiurida Müller & Troschel, 1840  
Família Ophiolepididae Ljungman, 1867  
*Ophiolepis paucispina* (Say, 1825)  
(Figura 16)



Figura 16. Exemplar de *O. paucispina*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

### **Características:**

**Disco:** Região aboral coberta por escamas imbricadas. Escama central circular. Escudos radiais triangulares pequenos separados por escamas. Mandíbula com quatro papilas orais de cada lado, contíguas, sendo as distais maiores que a proximal. Papilas infradentais triangulares. Escudo oral pentagonal. Escudos adorais trapezoidais. Um par de fendas bursais estreitas. Região interbraquial coberta por escamas contíguas. Escamas primárias em evidência.

**Braços:** Em número de cinco, com placas aborais mais largas que longas proximalmente trapezoidais e triangulares distalmente. Placa acessória aboral triangular. Placas laterais se tocam nos segmentos mais distais. Placas orais triangulares. Um par de escamas em cada poro tentacular. Um par de espinhos por segmento, sendo estes pequenos afilados na ponta a partir do segundo segmento.

**Distribuição:** Anfiatlântica. África: Ilhas Canárias e Ilhas Ascensão; EUA: Flórida e Texas; Bahamas, Bermudas, Caribe, América Central, Colômbia, Brasil: desde a Bahia até o Rio de Janeiro, incluindo Abrolhos e a Ilha de Trindade (TOMMASI 1970, HENDLER *et al.* 1995, MAGALHÃES *et al.* 2005).

**Observações:** Encontrada associada aos fitais *A. fragilissima* e *D. cervicornis*. Coloração do material fixado variando de branco a castanho claro. Segundo HENDLER *et al.* (1995) esta espécie habita águas rasas, fundo de areia, rochas, sob ou dentro de coral, entre algas e gramíneas marinhas, além de apresentar tamanhos máximos do disco de 4,5 mm de diâmetro e braços com 9 mm de comprimento. Os exemplares analisados apresentaram em geral tamanhos equivalentes, sendo considerados adultos.

Família Ophiocomidae Ljungam, 1867  
*Ophiocomella ophiactoides* (H.L.Clark, 1901)  
(Figura 17)



Figura 17. Exemplar de *O. ophiactoides*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

**Características:**

**Disco:** Contorno hexagonal. Região aboral coberta por espínulos. Escamas pequenas iridescentes irregulares imbricadas. Escudos radiais mais longos que largos separados por escamas. Mandíbula com três papilas orais de cada lado, não contíguas, com um diastema entre elas, curtas e largas. Papilas infradentais compridas. Escudo oral de ovalado a triangular. Escudos adorais estreitos. Um par de fendas bursais compridas. Região interbraquial coberta por escamas pequenas imbricadas.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de seis a sete. Placas aborais triangulares, contíguas. Placas laterais mais largas que compridas, não se tocam. Placas orais triangulares. Uma escama em cada poro tentacular. Um par de espinhos no primeiro segmento, três espinhos nos demais segmentos, compridos e pontudos, maiores que o segmento.

**Distribuição:** Flórida, Bermuda, Golfo do México, Caribe, América Central, Venezuela, Brasil: Bahia (HENDLER *et al.* 1995, MAGALHÃES *et al.* 2005, POMORY 2007).

**Observações:** Observada em associação aos fitais *A. fragilissima*, *D. cervicornis* e *C. racemosa* com exemplares pela metade e apresentando regeneração após fissão. Um espécime apresentava sete braços. Coloração do material fixado entre castanho claro e amarelo com manchas castanho escuro e/ou avermelhado. Espécie encontrada em recifes, fundo de cascalho, coral e entre algas, com disco medindo até 5 mm e braços com até 19 mm, sendo evidenciada a ocorrência de fissiparidade (HENDLER *et al.* 1995). Os tamanhos registrados para o disco da maioria dos exemplares foram equivalentes, porém os braços estavam incompletos, muitos dos quais em processo de regeneração.

Família Ophiodermatidae Ljungman, 1867

*Ophioderma appressum* (Say, 1825)

(Figura 18)

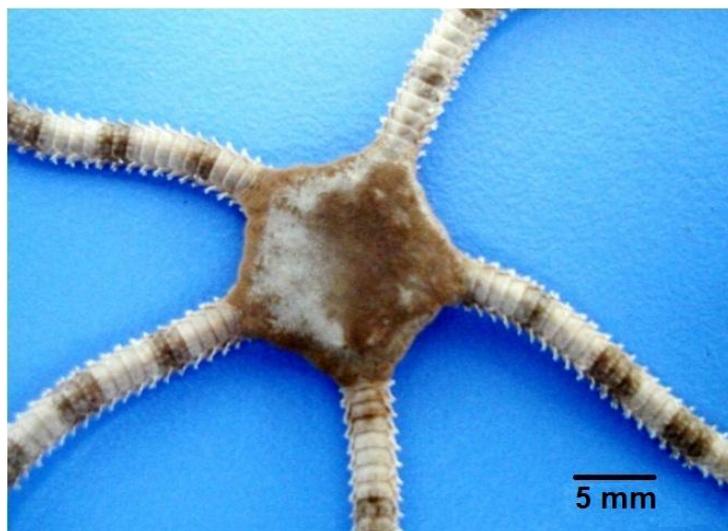


Figura 18. Exemplar de *O. appressum*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

### **Características:**

**Disco:** Contorno pentagonal. Região aboral coberta por grânulos. Escudos radiais coberto por grânulos. Mandíbula com nove papilas orais de cada lado, contíguas. Não possui papilas infradentais. Escudo oral triangular. Escudos adorais estreitos. Dois pares de fendas bursais. Região interbraquial coberta por grânulos.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de cinco. Placas aborais trapezoidais, mais largas que longas e contíguas. Placas laterais não se tocam. Placas orais poliédricas, imbricadas. Um par de escamas em cada poro tentacular. Espinhos pequenos, sub-iguais, enfileirados em número de sete.

**Distribuição:** Bermudas, Bahamas, EUA: Texas, Carolina do Sul a Flórida; Golfo do México, Caribe, América Central, Colômbia, Venezuela, Brasil: Paraíba, Pernambuco, Bahia, Ilha da Trindade, Rio de Janeiro, São Paulo (TOMMASI 1970, HENDLER *et al.* 1995, NETTO *et al.* 2005, POMORY 2007, GONDIM *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

**Observações:** Encontrada em associação com os fitais *A. fragilissima* e *D. cervicornis*. Coloração do material fixado do disco marrom, com braços alternando

entre marrom e castanho claro. Segundo HENDLER *et al.* (1995) ocorre sob bancos de algas, desde a zona entremarés até a borda do recife, sob corais e fundo de cascalho, sendo consumidora de filamentos de algas e fezes de peixes, apresentando disco medindo até 25 mm e braços 125 mm. No presente estudo o maior exemplar apresentou disco com 10 mm de diâmetro e braços com 50 mm de comprimento, porém com gônadas desenvolvidas, demonstrando assim que apesar do tamanho reduzido, pode ser considerado um exemplar adulto.

Família Ophiactidae Matsumoto, 1915

*Ophiactis brasiliensis* Manso, 1988

(Figura 19)

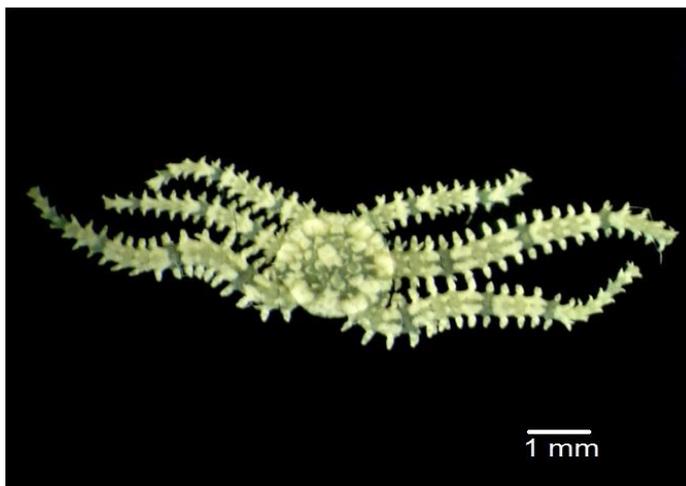


Figura 19. Exemplar de *O. brasiliensis*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

#### **Características:**

Disco: Contorno circular. Região aboral coberta por escamas grandes, arredondadas imbricadas. Escamas grandes alternando com escamas menores. Escudos radiais triangulares separados por duas escamas na porção proximal. Mandíbula com uma papila oral de cada lado, ovalada. Uma papila infradental. Escudo oral losangular. Escudos adorais trapezoidais. Um par de fendas bursais. Região interradianal coberta por escamas, possuindo espinhos esparsos.

**Braços:** Em número de seis e inseridos ventralmente. Placas aborais trapezoidais, mais largas que longas e contíguas. Placas laterais não se tocam. Placas orais pentagonais, contíguas. Uma escama por poro tentacular. Espinhos pequenos, rombudos, margeados por denticulos, em número de quatro.

**Distribuição:** Espécie endêmica do Brasil, com registro de distribuição para Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo (MANSO 1988, BORGES *et al.* 2002, MAGALHÃES *et al.* 2005, NETTO *et al.* 2005, MANSO *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

**Observações:** Caracterizada junto ao fital *D. cervicornis*, com vários exemplares apresentando regeneração por meio de fissão. Coloração do material fixado alternando entre azul, verde e castanho claro. Habitam fundos de silte, entre zoantideos e algas, com disco medindo até 3 mm de diâmetro e braços apresentando duas a três vezes o tamanho do disco (MANSO 1988, MANSO *et al.* 2008). Os exemplares analisados no presente trabalho apresentaram tamanhos de disco e braços um pouco inferiores aos mencionados acima.

*Ophiactis lymani* Ljungman, 1871

(Figura 20)



Figura 20. Exemplar de *O. lymani*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

## **Características:**

**Disco:** Contorno circular. Região aboral coberta por escamas circulares imbricadas. Espinhos na superfície ausentes. Escudos radiais triangulares separados por escamas proximalmente. Mandíbula com uma papila oral de cada lado. Uma papila infradental robusta. Escudo oral losangular. Escudos adorais triangulares. Um par de fendas bursais estreitas. Região interr radial coberta por escamas.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de seis. Placas aborais triangulares. Placas laterais apenas se tocam em braços em regeneração ou em indivíduos jovens. Placas orais pentagonais. Uma escama por poro tentacular. Espinhos curtos, rombudos afilando-se na ponta, margeados por dentículos em número de três por segmento.

**Distribuição:** Anfiatlântica. África: Cabo Verde e Golfo da Guiné, Bernuda, Caribe, Brasil: no litoral do Pará, Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia e São Paulo (TOMMASI 1970, ALBUQUERQUE 1986, BORGES *et al.* 2002, MAGALHÃES *et al.* 2005, NETTO *et al.* 2005, POMORY 2007, GONDIM *et al.* 2008, MANSO *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

**Observações:** Observada junto aos fitais *A. fragilissima*, *D. cervicornis* e *C. racemosa*, com os espécimes pela metade ou em regeneração por meio de fissão. Coloração do material fixado castanha clara, alternada com marrom e raramente contendo manchas avermelhadas. ALBUQUERQUE (1986) registrou esta espécie desde 3 a 84 metros de profundidade para as plataformas continentais das regiões norte e nordeste, em fundos de algas calcárias, cascalho, areia e lama, com disco variando de tamanho entre 1 a 3 mm de diâmetro e apenas um braço completo com 15 mm de comprimento. Entre os maiores exemplares obtidos foram encontrados valores máximos para o disco de 1,7 mm de diâmetro e braços medindo até 4,9 mm, porém estavam incompletos.

*Ophiactis savignyi* (Müller & Troschel, 1842)

(Figura 21)

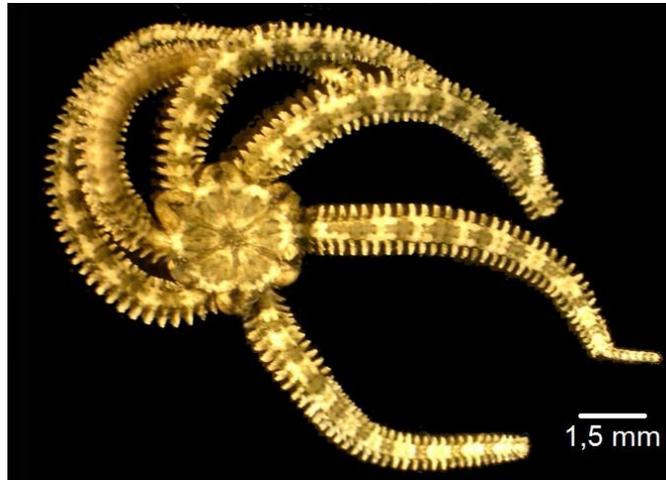


Figura 21. Exemplar de *O. savignyi*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

#### **Características:**

**Disco:** Contorno circular. Região aboral coberta por escamas grandes, irregulares e imbricadas. Presença de espinhos na região aboral e na borda do disco. Escudos radiais triangulares compridos, largos distalmente tocando-se, separados por duas a três escamas na porção proximal. Mandíbula com nenhuma a três papilas orais de cada lado, globulares. Uma papila infradental retangular. Escudo oral losangular. Escudos adorais retangulares e estreitos. Um par de fendas bursais largas. Região interradianal coberta por escamas.

**Braços:** Inseridos ventralmente e em número de seis. Placas aborais elipsoidais. Placas laterais não se tocam. Placas orais variando de triangulares a retangulares. Uma escama por poro tentacular. Espinhos curtos, denticulados, em número de dois no primeiro segmento, três no segundo e nos demais segmentos variando entre quatro e cinco.

**Distribuição:** Circuntropical. Bermuda, EUA: Carolina do Sul até a Flórida, Golfo do México, Caribe, Brasil: Amapá, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Bahia,

Abrolhos, Rio de Janeiro e São Paulo (TOMMASI 1970, ALBUQUERQUE 1986, HENDLER *et al.* 1995, BORGES *et al.* 2002, MAGALHÃES *et al.* 2005, NETTO *et al.* 2005, GONDIM *et al.* 2008, Manso *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

**Observações:** Associada aos fitais *A. fragilissima*, *D. cervicornis* e *C. racemosa* com os espécimes pela metade ou em regeneração por meio de fissão. Coloração do material fixado alternando entre esverdeado, marrom e castanho. Encontrada em recifes, entre rochas e gramíneas marinhas, associada a algas, corais, esponjas e comunidades incrustantes, tendo hábitos suspensívoro e detritívoro, com disco medindo diâmetro máximo de 3,8 mm e braços até 16,3 mm de comprimento segundo HENDLER *et al.* (1995). Os exemplares encontrados apresentaram tamanhos menores, entretanto na maioria destes foram constatadas características de fissiparidade.

Família Amphiridae Ljungman, 1867

*Amphipholis januarii* Ljungman, 1867

(Figura 22)

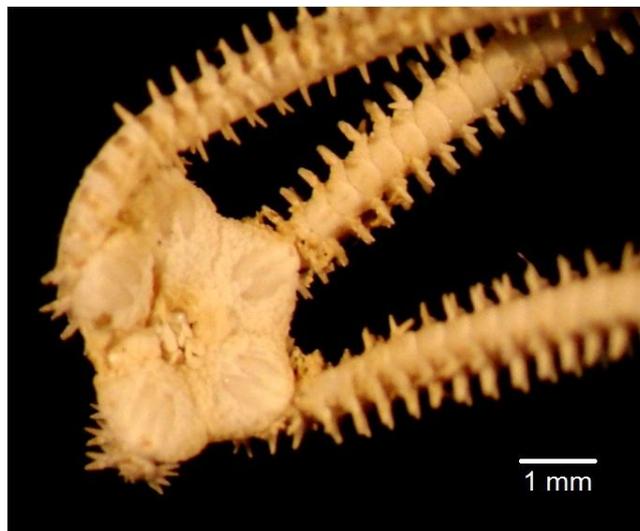


Figura 22. Exemplar de *A. januarii*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

**Características:**

**Disco:** Contorno pentagonal com reintrâncias nas regiões interradaiais. Região aboral coberta por escamas imbricadas. Escama central pentagonal. Escamas primárias evidentes. Escudos radiais mais longos que largos e separados por escamas na porção proximal. Mandíbula com duas papilas orais, sendo a distal pouco maior que a proximal, contiguas. Duas papilas infradentais retangulares. Escudo oral losangular. Escudos adorais retangulares. Um par de fendas bursais estreitas. Região interradaial coberta por escamas pequenas.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de cinco. Placas aborais elipsoidais. Placas laterais se tocam nos primeiros segmentos. Placas orais pentagonais. Duas escamas por poro tentacular. Espinhos em número de quatro por segmento, sendo o ápice do terceiro espinho margeado por dentículos.

**Distribuição:** EUA: Carolina do Sul, Flórida e Texas, Golfo do México, Caribe, Brasil: Pará, Ceará, Paraíba, Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo (TOMMASI 1970, ALBUQUERQUE 1986, HENDLER *et al.* 1995, MAGALHÃES *et al.* 2005, NETTO *et al.* 2005, POMORY 2007, GONDIM *et al.* 2008, MANSO *et al.* 2008).

**Observações:** Encontrada associada a diferentes fitais, porém no presente trabalho foi registrada somente associada a alga *A. fragilissima*. Coloração de material fixado variando de esbranquiçada a cinza. Presente em fundos de areia, cascalho, associada a algas, corais e bryozoários, com disco medindo até 4 mm e braços variando entre 40 e 50 mm (HENDLER *et al.* 1995). Foram encontrados exemplares com tamanho do disco semelhante ao mencionado, porém os braços estavam incompletos.

*Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)

(Figura 23)

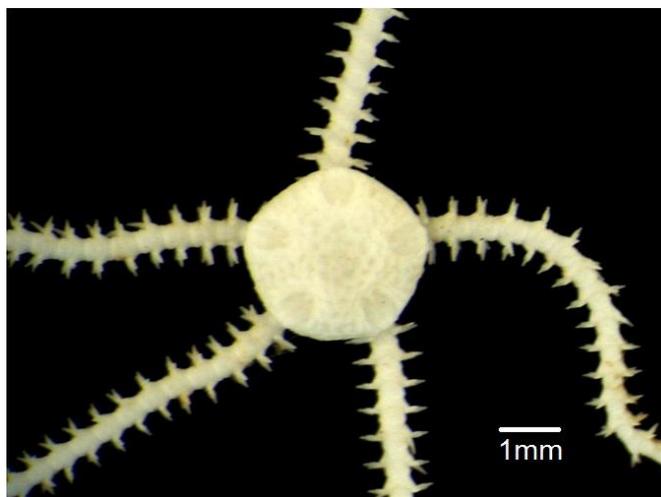


Figura 23. Exemplar de *A. squamata*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

#### **Características:**

**Disco:** Contorno circular. Região aboral coberta e margeada por escamas imbricadas. Escamas primárias evidentes. Escudos radiais triangulares, largos, contíguos separados por escamas na porção proximal. Mandíbula com duas papilas orais de cada lado, sendo a proximal globular e a distal trapezoidal. Duas papilas infradentais retangulares. Escudo oral losangular. Escudos adorais retangulares alargados na porção distal. Um par de fendas bursais. Região interradianal coberta por escamas imbricadas.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de cinco. Placas aborais triangulares. Placas laterais se tocam nas superfícies orais e aborais. Placas orais triangulares. Duas escamas por poro tentacular. Espinhos pequenos, rombudos, em número de dois no primeiro segmento e três nos demais segmentos, sendo o segundo afilado na extremidade.

**Distribuição:** Cosmopolita ausente, apenas nas regiões polares (TOMMASI 1970, ALBUQUERQUE 1986, HENDLER *et al.* 1995, BORGES *et al.* 2002).

**Observações:** Caracterizada em associação com os fitais *A. fragilissima*, *D. cervicornis* e *C. racemosa*. Coloração de material fixado variando de esbranquiçada a cinza. Hábito suspensívoro e detritívoro, ocorrendo em areia, cascalho, associada a algas, gramíneas marinhas, esponja, corais e briozoários, apresentando disco medindo até 3 mm e braços com até 11 mm de comprimento (HENDLER *et al.* 1995). Os exemplares observados apresentaram o disco com tamanho equivalente ao citado acima, sendo que os braços estavam incompletos.

Família Ophiothrichidae Ljungman, 1866

*Ophiothrix angulata* (Say, 1825)

(Figura 24)

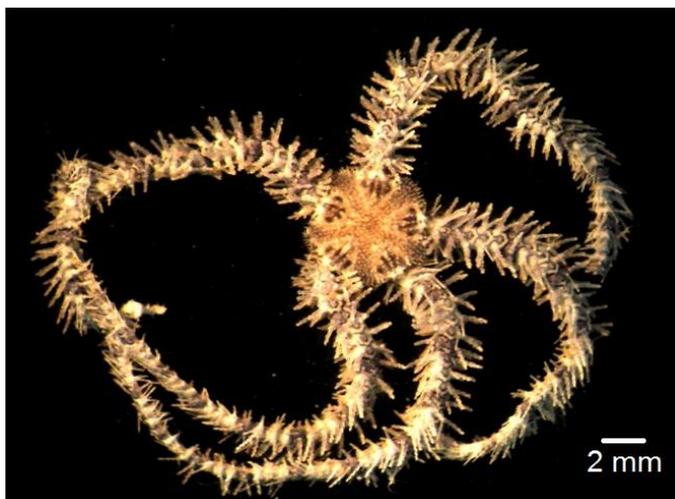


Figura 24. Exemplar de *O. angulata*, vista aboral. Foto: M.D. Correia.

**Características:**

Disco: Contorno circular. Região aboral coberta por espinhos vítreos bívios e trívios. Escudos radiais triangulares, coberto por espinhos, separados por pequenas escamas na porção proximal. Mandíbula com papilas orais ausentes. Uma série de papilas infradentais. Escudo oral triangular. Escudos adonais triangulares, alargados na porção distal. Um par de fendas bursais. Região interradianal coberta por escamas espinhos.

**Braços:** Inseridos ventralmente em número de cinco. Placas aborais losangulares, contíguas. Placas laterais não se tocam. Placas orais quadradas nos segmentos proximais, retangulares nos segmentos distais, contíguas. Uma escama contendo um espinho por poro tentacular. Espinhos vítreos, serrilhados, compridos, diminuindo de tamanho no sentido aboral-oral, sendo o primeiro espinho oral em forma de gancho.

**Distribuição:** Bermudas, Bahamas, EUA: Texas, Carolina do Norte a Florida, Caribe, América Central, Brasil: Amapá até Rio Grande do Sul (TOMMASI 1970, ALBUQUERQUE 1986, HENDLER *et al.* 1995, BORGES *et al.* 2002, MAGALHÃES *et al.* 2005, NETTO *et al.* 2005, GONDIM *et al.* 2008, MANSO *et al.* 2008, LIMA & FERNANDES 2009).

**Observações:** Analisada junto aos fitais *A. fragilissima* e *C. racemosa* com alguns espécimes apresentando gônadas. Coloração do material fixado alternando com roxo, lilás, cinza e esbranquiçado. Região aboral dos braços apresentando uma linha característica de coloração branca com bordas pretas. Encontrada em fundos arenosos, areno-lamosos e com conchas, associadas a algas, gramíneas marinhas, esponjas, corais, gorgônias e outros animais sésseis, podendo o disco medir até 10 mm e braços com até 80 mm de comprimento (HENDLER *et al.* 1995). Os exemplares estudados apresentaram as medidas do disco e dos braços com a metade dos tamanhos acima mencionados, entretanto foram observados alguns indivíduos com a região da bursa proeminente, o que provavelmente indica o desenvolvimento de gônadas.

### 5.3. DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL

#### 5.3.1. FITAL *Amphiroa fragilissima*

No fital *A. fragilissima* foram analisadas 8.736 indivíduos pertencentes a oito espécies da classe Ophiuroidea, entre as quais foram identificadas as seguintes: *Ophiolepis paucispina*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma appressum*, *Ophiactis lymani*, *Ophiactis savignyi*, *Amphipholis januarii*, *Amphipholis squamata* e *Ophiothrix angulata*.

A espécie *O. savignyi* foi observada como dominante nos períodos de verão dos anos de 1998 (83,67%) e de 1999 (72,92%), sendo classificada como freqüente nos períodos de verão dos anos de 2000 (52,83%) e 2001 (51,80%). Para os períodos de inverno a maior ocorrência foi verificada nos anos de 2003 (69%), 2004 (64,05%) e 2007 (61,43%). Nos demais períodos analisados a referida espécie foi caracterizada como comum, exceto no período de verão do ano de 2003 (20,21%), no qual foi considerada ocasional (Figura 25).

*A. squamata* ocorreu como espécie dominante apenas no período de verão do ano de 2003 (77,69%). Esta espécie foi encontrada como frequente nos períodos de verão dos anos de 2002 (50%), 2004 (69,04%), 2006 (58,56%) e 2007 (58,23%). Com relação à presença nos períodos de inverno a mesma espécie foi observada como frequente para os anos de 1998 (60%), 1999 (52,94%), 2000 (52,92%), 2001 (52,17%), 2002 (52,93%), além de 2005 (56,73%) (Figura 25).

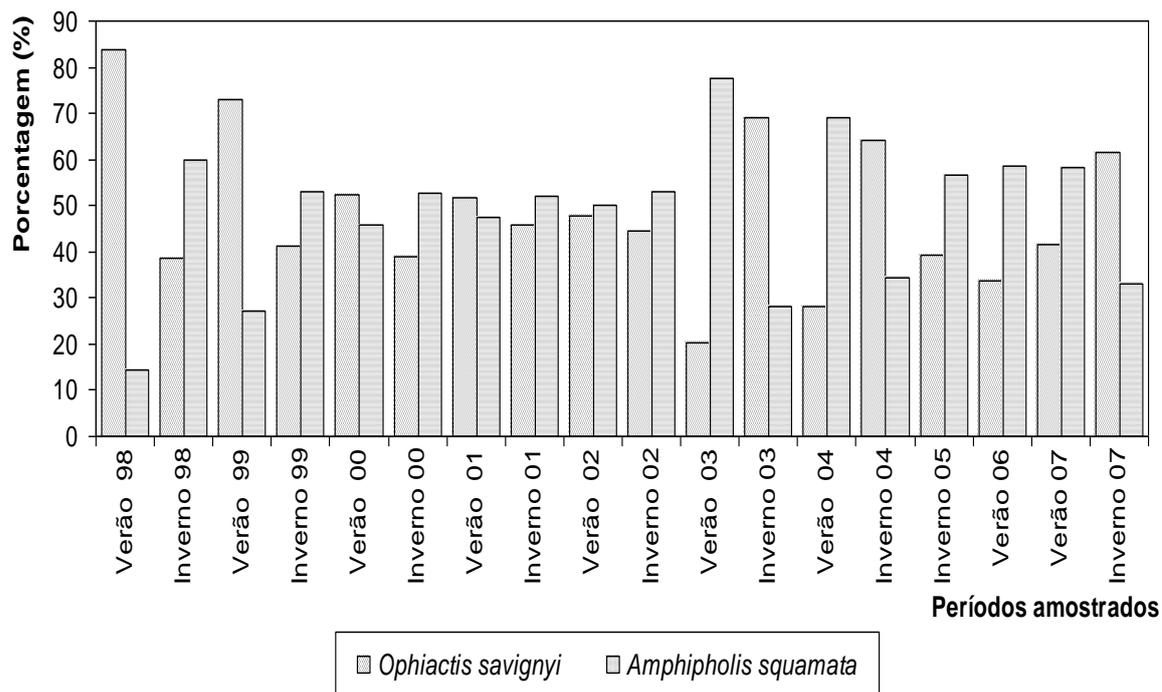


Figura 25. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e frequentes associadas ao fital *A. fragilissima* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

*O. ophiactoides* ocorreu em quase todos os períodos analisados, exceto no período de verão de 1999, sendo a referida espécie classificada como rara nos períodos em que foi encontrada. As demais espécies de Ophiuroidea foram observadas esporadicamente durante os períodos estudados, sendo todas elas registradas como ocorrência rara. Entre estas espécies, *O. lymani* foi encontrada nos períodos de verão dos anos de 2000 (0,36%), 2004 (0,46%) e 2006 (3,27%), além dos períodos de inverno dos anos de 1999 (2,94%), 2000 (1,54%), 2005 (0,22%) e 2007 (2%). A presença de *O. angulata* foi registrada nos períodos de verão dos anos de 2002 (0,55%) e 2006 (0,26%), assim como nos períodos de inverno dos anos de 2001 (0,1%), 2003 (0,15%), 2004 (0,33%) e 2005 (0,37%). *O. paucispina* foi caracterizada junto aos períodos de verão do ano de 2007 (0,13%) e de inverno do ano de 2002 (0,18%). *O. appressum* foi constatada nos períodos de verão do ano de 2006 (0,13%) e inverno do ano de 2005 (0,07%). *A. januarii* foi analisada nos períodos de inverno dos anos de 1999 (0,35%) e 2001 (0,1%) (Figura 26).

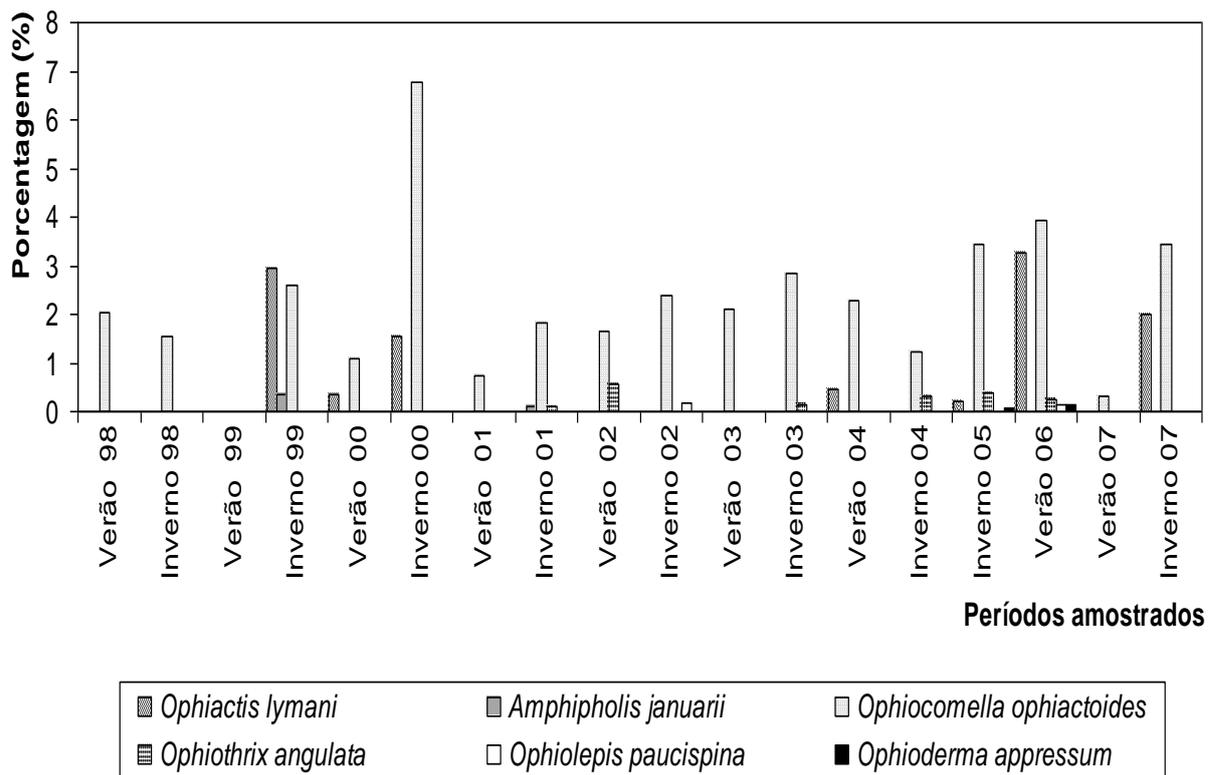


Figura 26. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como raras associadas ao fital *A. fragilissima* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

### 5.3.2. FITAL *Dictyota cervicornis*

Para o fital *D. cervicornis* foi encontrado o total 1.103 organismos, os quais foram classificados em sete espécies, assim identificadas *Ophiolepis paucispina*, *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophioderma appressum*, *Ophiactis brasiliensis*, *Ophiactis lymani*, *Ophiactis savignyi* e *Amphipholis squamata*.

Nos períodos de verão dos anos de 2000, 2002 e 2006 foi observada apenas a presença de *A. squamata*. Esta mesma espécie foi classificada com ocorrência dominante em todos os períodos estudados. *O. savignyi* foi identificada ao longo do presente trabalho com ocorrência considerada comum, porém esteve presente apenas nos períodos de verão dos anos de 2001 (25%) e 2004 (26,67%) (Figura 27).

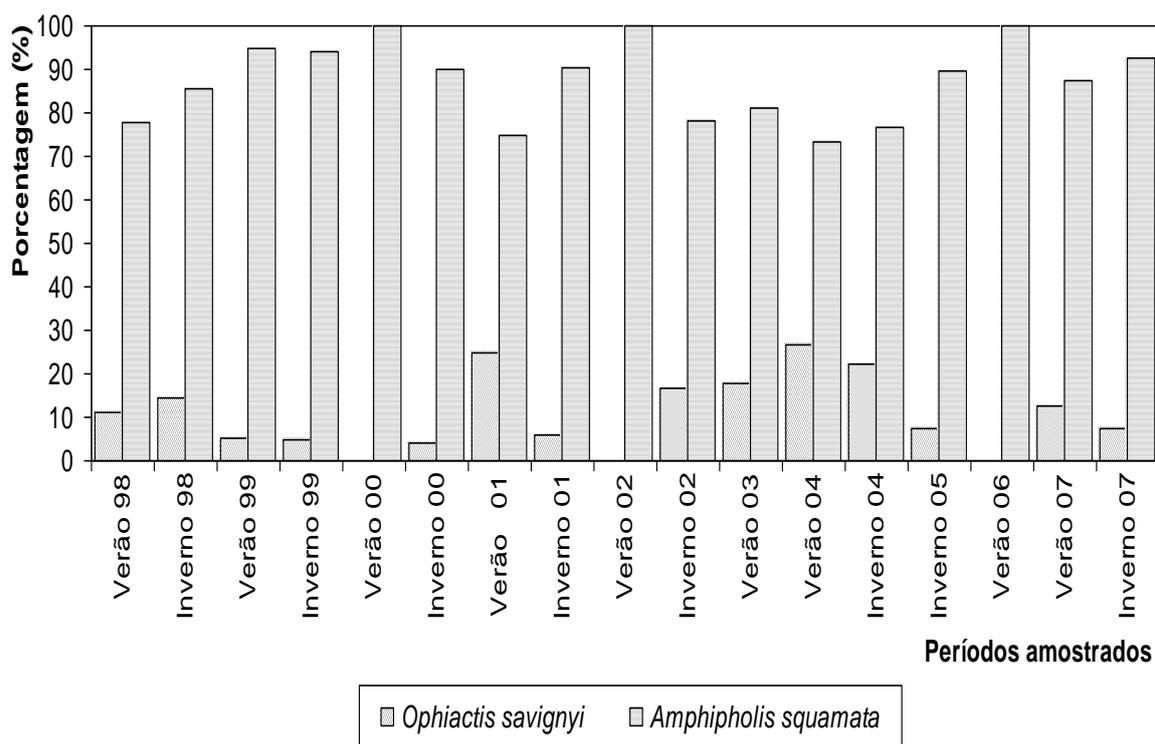


Figura 27. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e comuns associadas ao fital *D. cervicornis* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

Durante o presente estudo, *O. brasiliensis* foi considerada como espécie ocasional para o período de verão do ano de 1998 (11,11%). Segundo o critério de ocorrência proposto nas análises realizadas, *O. ophiactoides* foi caracterizada com ocorrência rara nos períodos em que foi observada, incluindo o período de verão do ano de 2003 (1,15%), além desta estar também presente vários períodos de inverno, incluindo os anos de 1999 (1,2%), 2001 (2,38%), 2002 (5,13%) e 2005 (2,76%) (Figura 28).

As espécies *O. paucispina*, *O. appressum* e *O. lymani* foram assinaladas todas estas três espécies com a ocorrência rara, estando presentes nos respectivos períodos de inverno representados pelos anos de 2000 (6%), 2001 (1,19%) e 2004 (1,06%) (Figura 28).

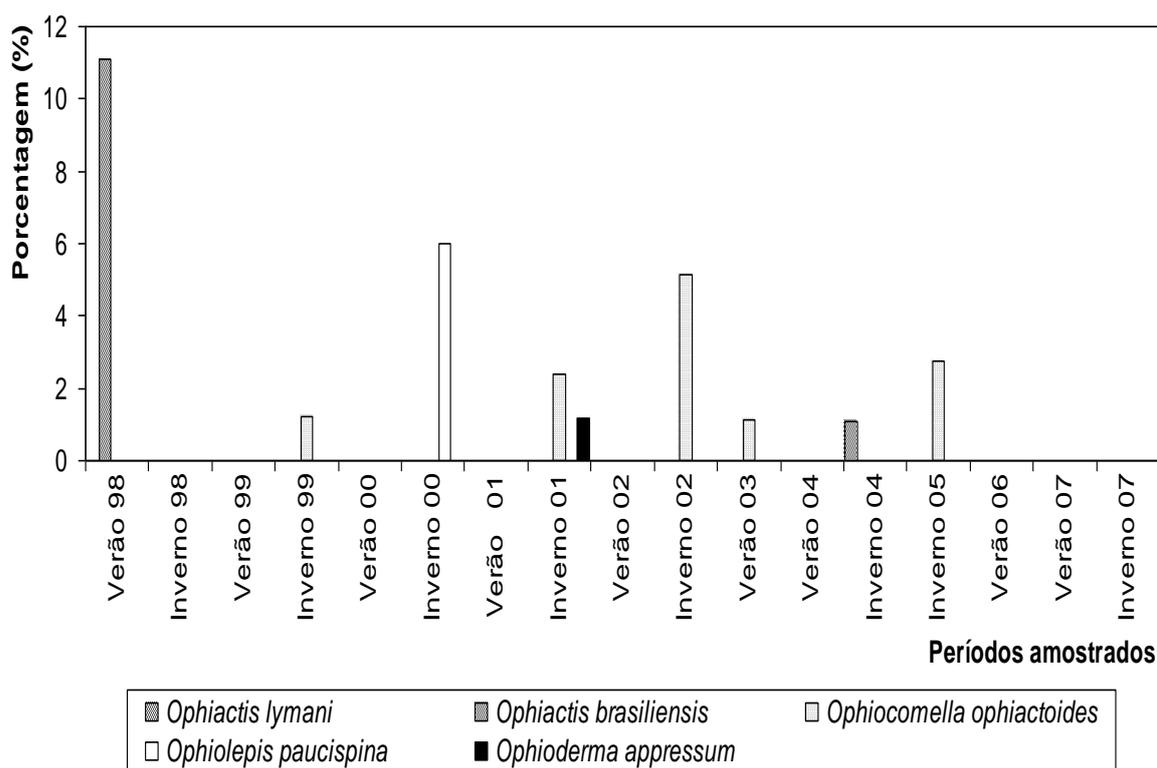


Figura 28. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como ocasionais e raras associadas ao fital *D. cervicornis* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

### 5.3.3. FITAL *Caulerpa racemosa*

No fital *C. racemosa* foram observados 825 indivíduos durante os períodos estudados, pertencentes a cinco espécies ao todo, entre estas *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophiactis lymani*, *Ophiactis savignyi*, *Amphipholis squamata* e *Ophiothrix angulata*.

Para *A. squamata* ocorreu dominância quantitativa nos períodos de verão dos anos de 1999 (86,36%), 2000 (75%), 2003 (79,31%), 2004 (92,31%) e 2007 (76,27%), além dos períodos de inverno dos anos de 1998 (95,55%), 1999 (94,29%), 2002 (86,67%), 2003 (94,12%) e 2005 (79,78%). No entanto, a mesma espécie foi observada como frequente nos períodos de verão dos anos de 1998 (50%), 2001 (66,67%) e 2002 (72,73%), do mesmo modo que os períodos de inverno dos anos de 2000 (74,58%), 2001 (70,97%), 2004 (68,67%) e 2007

(69,44%). No período de verão de 2006 esta espécie foi considerada ocasional (22,22%) (Figura 29).

*O. savignyi* foi constatada em quase todos os períodos, exceto no período de inverno do ano de 2003. No período de verão de 2006, a referida espécie foi observada como frequente (55,56%), sendo ainda classificada com ocorrência comum nos períodos de verão dos anos 1998 (40%), 2000 (25%), 2001 (33,33%) e 2002 (27,27%), além dos períodos de inverno dos anos de 2001 (27,96%), 2004 (31,33%) e 2007 (25%) (Figura 29).

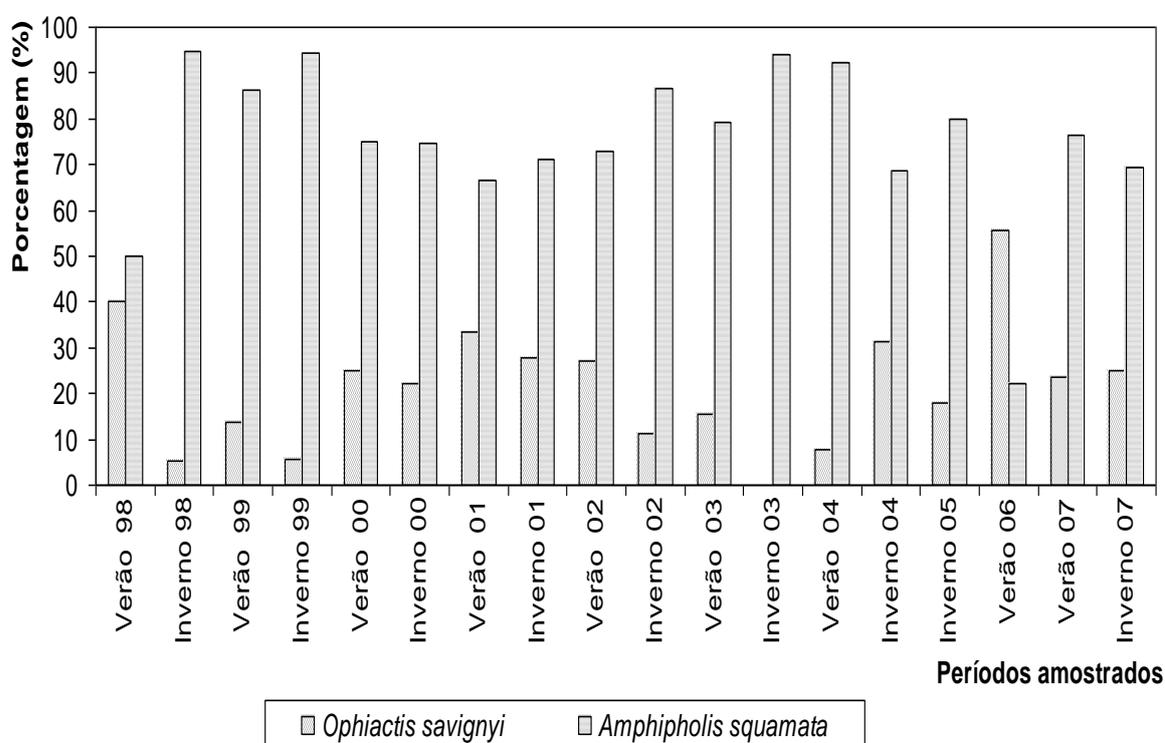


Figura 29. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea caracterizadas como dominantes e freqüentes associadas ao fital *C. racemosa* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

*O. ophiactoides* foi encontrada em sete períodos ao longo do presente estudado, sendo classificada como ocasional nos períodos de verão dos anos de 1998 (10%) e 2006 (11,11%), além de ser considerada rara para os demais períodos em que ocorreu. Constatou-se a presença de *O. lymani* em apenas dois períodos, incluindo o período de verão de 2006 (11,11%), no qual foi considerada

ocasional, assim como no período de inverno do ano de 2007 (2,78%), onde esta espécie foi classificada como rara. *O. angulata* foi caracterizada apenas para o período de inverno junto ao ano de 2001 (1,08%), sendo considerada como rara (Figura 30).

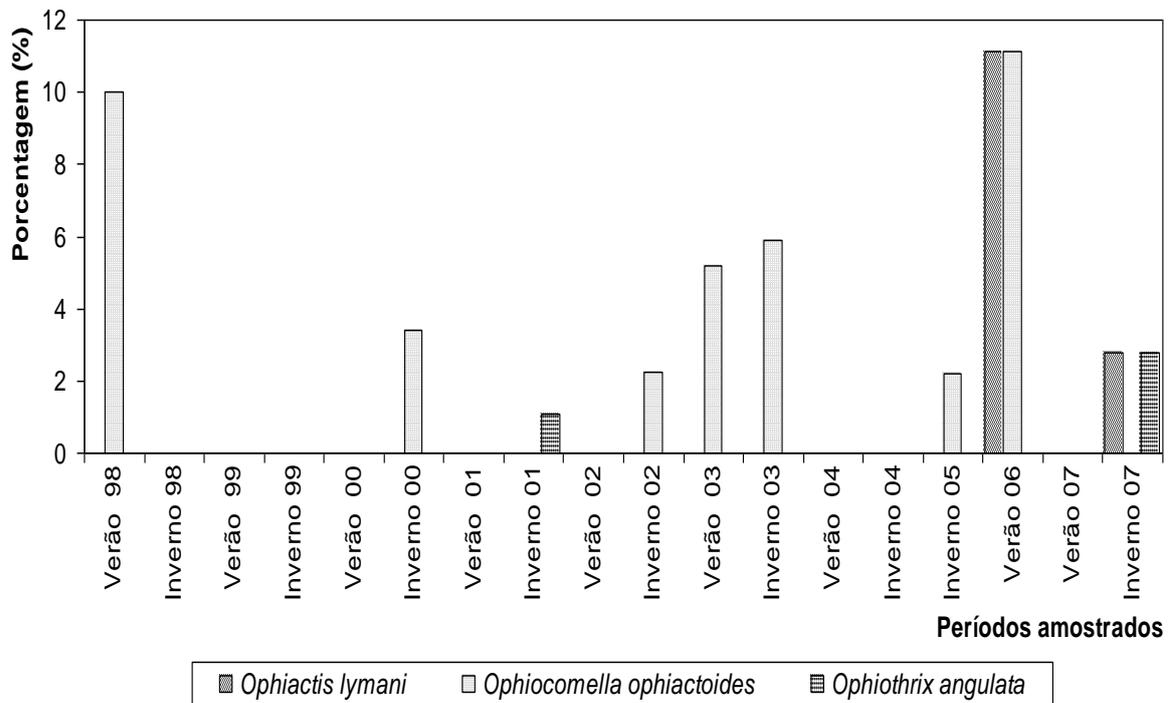


Figura 30. Ocorrência das espécies de Ophiuroidea consideradas como ocasionais e raras associadas ao fital *C. racemosa* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

## 5.4. ANÁLISES ECOLÓGICAS

### 5.4.1. FITAL *Amphiroa fragilissima*

A maior média de riqueza de espécies de Ophiuroidea junto a esta alga ocorreu no período de inverno do ano de 2005 e o menor valor foi registrado para o período de verão do ano de 1999. Ao comparar a média da riqueza de espécies dos períodos de verão e dos períodos de inverno, considerando-se os mesmos anos, este valor foi maior ao longo dos períodos de inverno para todos os anos amostrados, exceto o ano de 1998 (Figura 31). Segundo os resultados obtidos com a ANOVA, os períodos de verão e inverno possuem diferenças entre as médias da riqueza de espécies (Tabela 1).

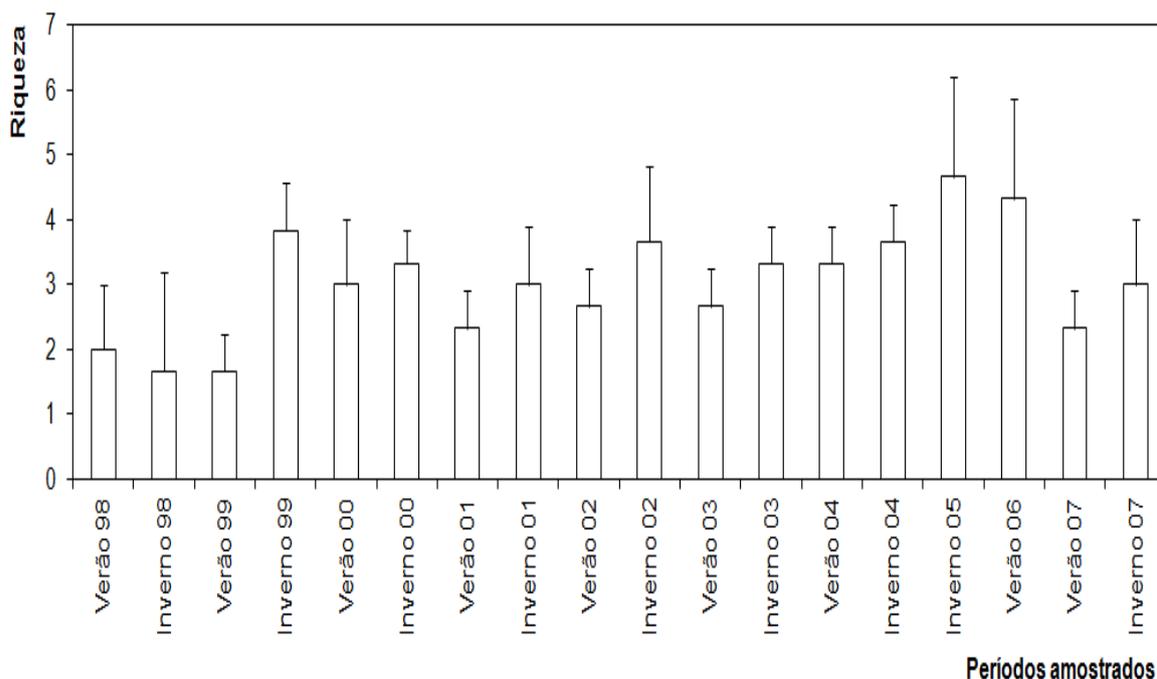


Figura 31. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea associada ao fital *A. fragilissima* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 1. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a *A. fragilissima*.

|                   | SQ      | gl | QM       | F     | p      |
|-------------------|---------|----|----------|-------|--------|
| Entre grupos      | 1.89086 | 1  | 1.89086  | 2.957 | 0.1048 |
| Dentro dos grupos | 10.2327 | 16 | 0.639543 |       |        |
| Total             | 12.1236 | 17 |          |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

Com relação à média da abundância das espécies analisadas, foi observado maior valor no período de inverno do ano de 2005, sendo a menor média encontrada no período de inverno do ano de 1998. As médias de abundância observadas foram maiores nos períodos de inverno quando comparado com os períodos de verão dos mesmos anos, exceto nos anos de 1998 e 2000, nos quais os períodos de verão apresentaram maiores médias em relação aos seus respectivos períodos de inverno (Figura 32). A partir dos resultados da ANOVA, foram observadas diferenças entre as médias da abundância dos indivíduos dos períodos de verão e inverno (Tabela 2).

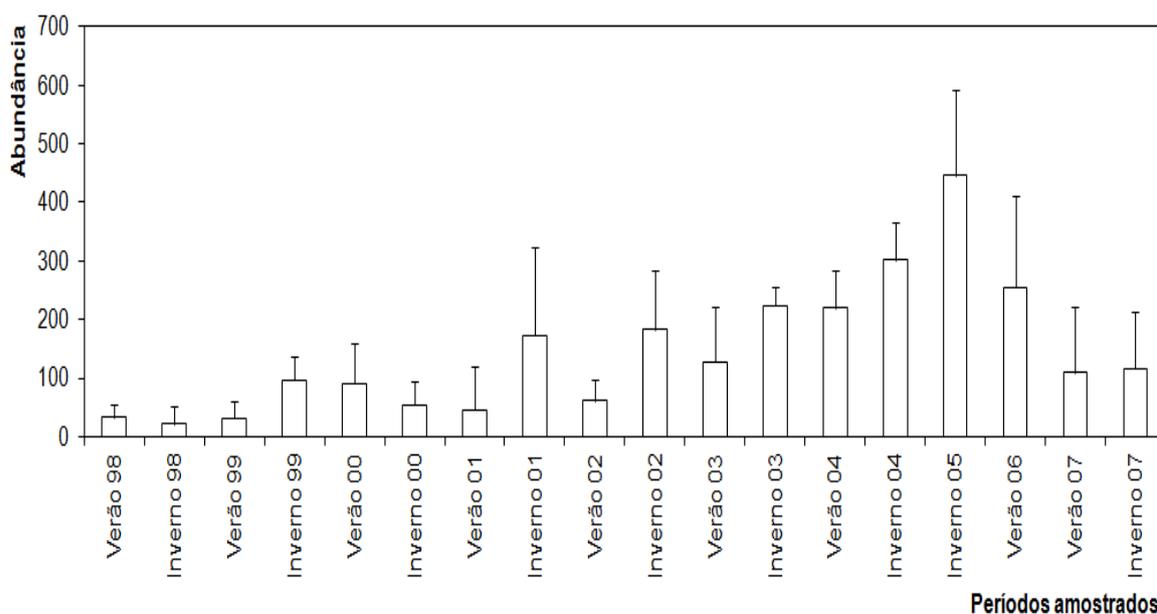


Figura 32. Média e desvio-padrão da abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associada ao fital *A. fragilissima* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 2. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores de abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associadas a *A. fragilissima*.

|                   | SQ      | gl | QM      | F     | p      |
|-------------------|---------|----|---------|-------|--------|
| Entre grupos      | 22826.7 | 1  | 22826.7 | 1.907 | 0.1863 |
| Dentro dos grupos | 191566  | 16 | 11972.9 |       |        |
| Total             | 214393  | 17 |         |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

No período de inverno do ano de 2000 foi observado a maior média do índice de diversidade de Shannon-Wiener. A menor média foi encontrada no período de verão de 1999. Em geral, nos períodos de inverno ocorreram médias maiores dos índices de diversidade, quando comparado com as médias dos períodos de verão dos mesmos anos, exceto no ano de 2001, no qual a média do índice de diversidade foi igual em ambos os períodos de verão e inverno (Figura 33). Através da ANOVA, foi possível observar que existem diferenças para as médias do índice de diversidade entre os períodos de verão e inverno (Tabela 3).

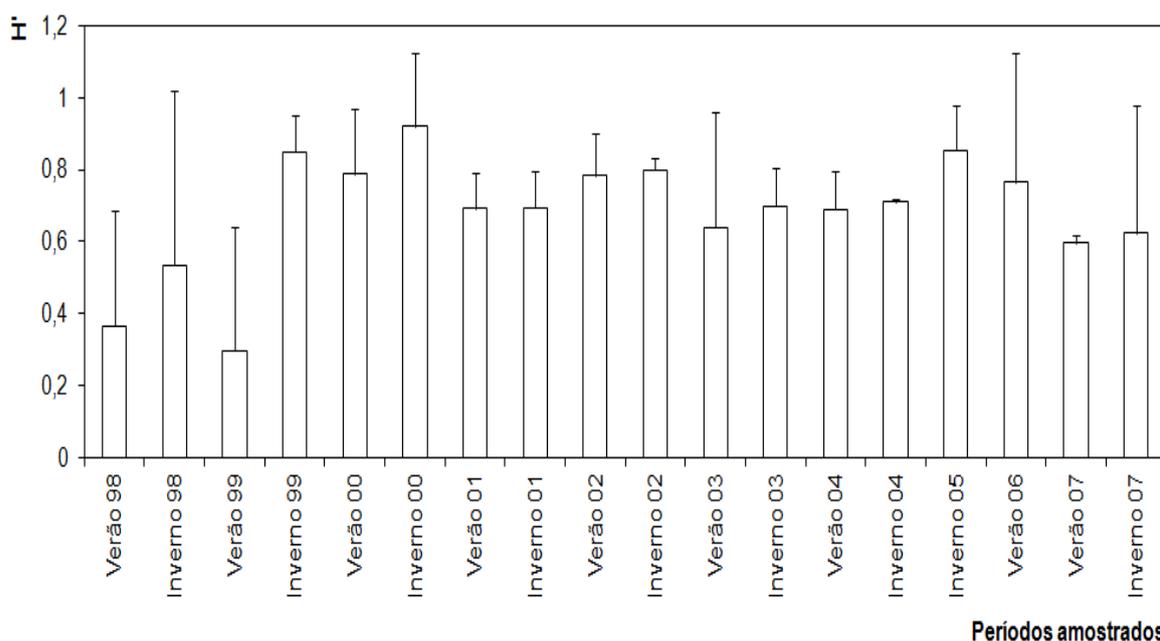


Figura 33. Média e desvio-padrão da diversidade das espécies de Ophiuroidea associada a *A. fragilissima* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 3. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de índice diversidade de Ophiuroidea associadas a *A. fragilissima*.

|                   | SQ        | gl | QM        | F     | p      |
|-------------------|-----------|----|-----------|-------|--------|
| Entre grupos      | 0.0636739 | 1  | 0.0636739 | 2.707 | 0.1194 |
| Dentro dos grupos | 0.376302  | 16 | 0.0235189 |       |        |
| Total             | 0.439979  | 17 |           |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A maior média referente à equitatividade foi observada no período de verão do ano de 2001, seguida do período de inverno do ano de 1998. A menor média para a equitatividade ocorreu no período de inverno do ano de 2007. Foram constatadas as maiores médias de equitatividade nos períodos de verão quando comparado aos respectivos períodos de inverno dos mesmos anos, exceto nos anos de 1998, 1999 e 2000, para os quais as médias nos períodos de inverno foram maiores do que as dos respectivos períodos de verão (Figura 34). As médias da equitatividade entre os períodos de verão e inverno foram diferentes, de acordo com a ANOVA (Tabela 4).

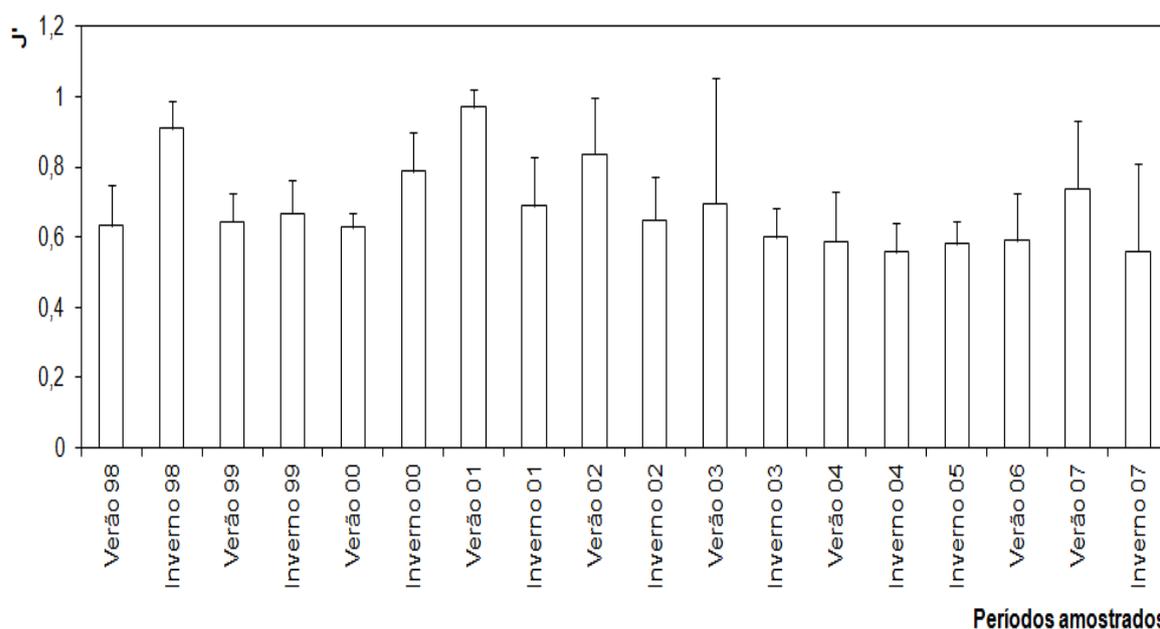


Figura 34. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associada a *A. fragilissima* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 4. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de equitatividade de Ophiuroidea associadas a *A. fragilissima*.

|                   | SQ      | gl | QM     | F      | p      |
|-------------------|---------|----|--------|--------|--------|
| Entre grupos      | 0.0058  | 1  | 0.0058 | 0.3861 | 0.5431 |
| Dentro dos grupos | 0.24039 | 16 | 0.015  |        |        |
| Total             | 0.24691 | 17 |        |        |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A Análise de Agrupamento (Cluster) realizada entre os períodos amostrados para a fauna de Ophiuroidea associada ao fital *A. fragilissima* demonstrou a formação de quatro grupos principais com 80% de similaridade, sendo um deles composto por quatro períodos de verão e outro formado por quatro períodos de inverno. Os demais grupos apresentaram mescla entre os períodos de inverno com períodos de verão. O período de inverno do ano de 1998 ficou isolado na presente análise (Figura 35).

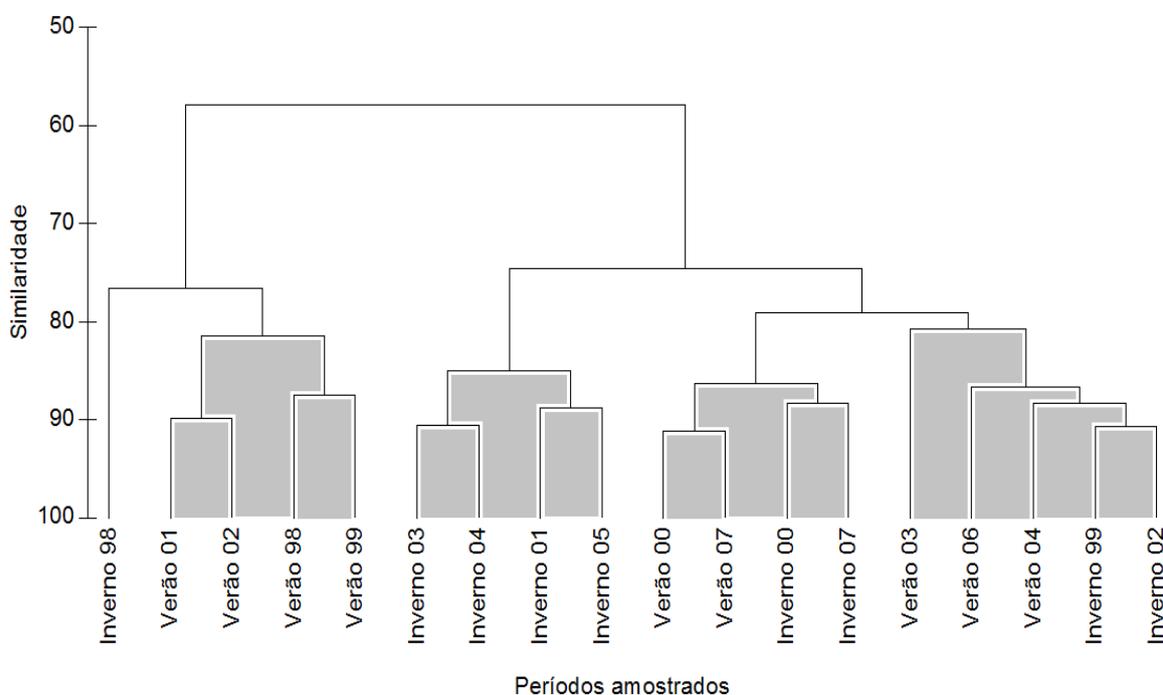


Figura 35. Análise de Agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *A. fragilissima* analisadas nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

Para corroborar com os resultados obtidos na Análise de Agrupamento (Cluster) foi realizada a caracterização da similaridade, considerando a Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS). Com base nesta análise, foi possível observar um agrupamento para a maioria dos períodos de verão e outro com a maioria dos períodos de inverno. O período correspondente ao inverno de 1998 manteve-se isolado dos demais períodos observados (Figura 36).

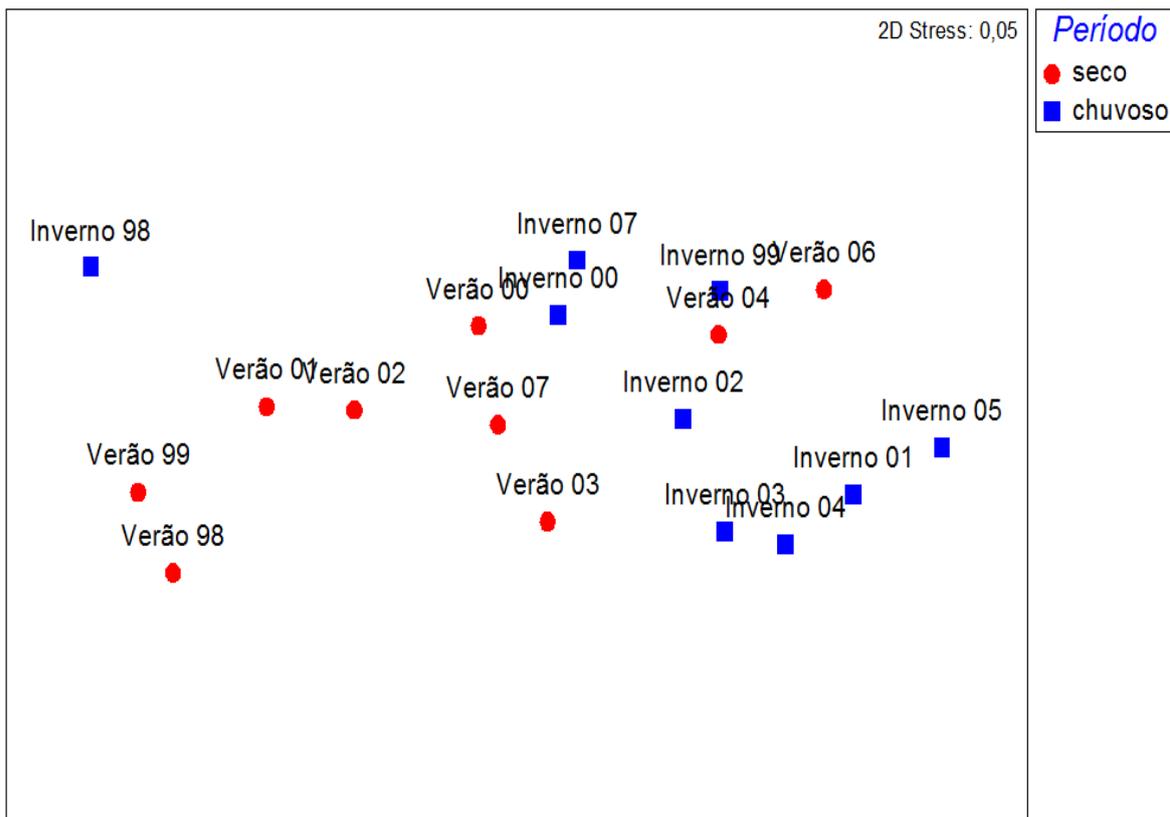


Figura 36. Ordenação Multidimensional Não-paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *A. fragilissima* nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

A similaridade encontrada dentro do grupo composto pelos períodos de verão, assim como também para o grupo formado pelos períodos de inverno, ao longo dos períodos amostrados foi caracterizada através da ANOSIM, sendo obtido um  $R = 0,87$  e com significância de 0,1%. Este resultado indicou uma pequena similaridade nos resultados observados, tanto com relação aos períodos

de verão quanto para os períodos de inverno analisados no presente trabalho. Considerando os resultados destes dois diferentes grupos encontrados, constatou-se uma diferença entre os referidos períodos de verão e inverno, devido à distância do R global com o zero.

Com base nos resultados obtidos a partir da análise de SIMPER, as espécies *O. savignyi*, *A. squamata* e *O. ophiactoides* foram as principais responsáveis pela similaridade na formação dos grupos nas análises de agrupamento (Tabelas 5 e 6). Estas mesmas espécies, além de *O. lymani*, foram responsáveis pelas diferenças entre os grupos formados na análise de agrupamento. (Tabela 7).

Tabela 5: Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a *A. fragilissima* com similaridade maior que 80%.

| Grupos  | Períodos  |
|---------|---|
| Grupo 1 | Verão 98, Verão 99, Verão 01 e Verão 02               |
| Grupo 2 | Inverno 01, Inverno 03, Inverno 04 e Inverno 05       |
| Grupo 3 | Verão 00, Verão 07, Inverno 00 e Inverno 07           |
| Grupo 4 | Verão 03, Verão 04, Verão 06, Inverno 99 e Inverno 02 |

Tabela 6: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato *A. fragilissima*.

| Espécies-chave         | Grupo 1    | Grupo 2    | Grupo 3     | Grupo 4 |
|------------------------|------------|------------|-------------|---------|
|                        | Av. 83,88% | Av. 86,56% | Av. 87,47 % | Av. 85% |
| <i>A. squamata</i>     | 34,73      | 37,96      | 45,01       | 52,15   |
| <i>O. savignyi</i>     | 61,44      | 50,59      | 45,86       | 35,69   |
| <i>O. ophiactoides</i> |            | 8,87       |             | 9,92    |

Tabela 7: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato *A. fragilissima*.

| Espécies-chave         | Grupo<br>1 x 2<br>Av. 49,72% | Grupo<br>1 x 3<br>Av. 28,25% | Grupo<br>1 x 4<br>Av. 41,36% | Grupo<br>2 x 3<br>Av. 29,97% | Grupo<br>2 x 4<br>Av. 21,76% | Grupo<br>3 x 4<br>Av. 20,98% |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <i>A. squamata</i>     | 40,95                        | 45,16                        | 52,92                        | 33,35                        | 25,02                        | 45,38                        |
| <i>O. savignyi</i>     | 41,92                        | 28                           | 21,25                        | 43,35                        | 45,65                        | 21,52                        |
| <i>O. ophiactoides</i> | 10,93                        | 13,98                        | 12,24                        | 9,42                         | 6,72                         | 12,04                        |
| <i>O. lymani</i>       |                              | 11,1                         | 8,42                         |                              | 10,17                        | 13,64                        |
| <i>O. angulata</i>     |                              |                              |                              | 6,21                         | 6,64                         |                              |

Através da análise de correspondentes canônicos foram constatados que a precipitação e o peso seco foram os fatores que mais influenciaram na presença das espécies *O. angulata*, *O. appressum* e *O. paucispina* e *A. squamata*. A presença das espécies *O. ophiactoides*, *O. lymani* e *O. savignyi* não foram associadas a nenhum dos fatores ambientais analisados (Figura 37).

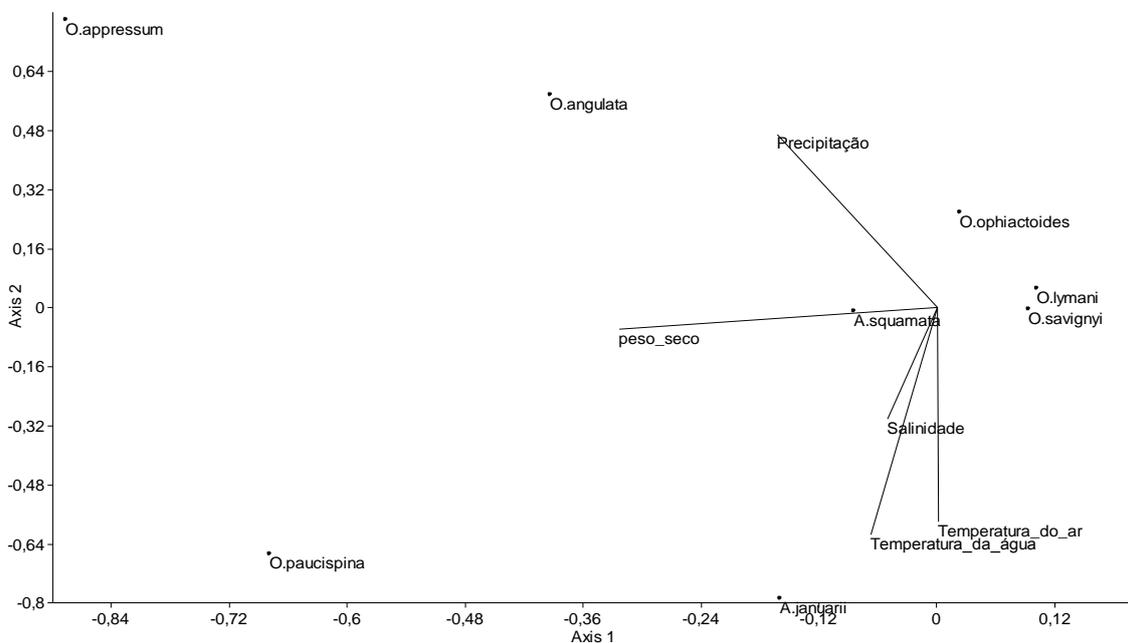


Figura 37. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato *A. fragilissima* nos períodos estudados de acordo com ao longo de dez anos.

#### 5.4.2. FITAL *Dictyota cervicornis*

Neste fital, a maioria dos períodos de inverno foi observada com médias superiores para a riqueza de espécies de Ophiuroidea, em relação aos períodos de verão dos respectivos anos analisados. Entretanto, no período de verão dos anos de 1998 e 2007 foram constatadas maiores médias quando comparadas com os períodos de inverno dos mesmos anos. No ano de 1999, ambos os períodos de verão e inverno foram caracterizados com a mesma média. As maiores médias foram constatadas para os períodos de inverno dos anos de 2002 e 2005, além do período de verão de 2003. O período de inverno de 1998 e os períodos de verão dos anos de 2000, 2001, 2002 e 2006 foram observados com médias menores de riqueza de espécie (Figura 38). Através dos resultados obtidos com a ANOVA, observaram-se diferenças entre as médias da riqueza de espécies dos períodos de verão e inverno (Tabela 8).

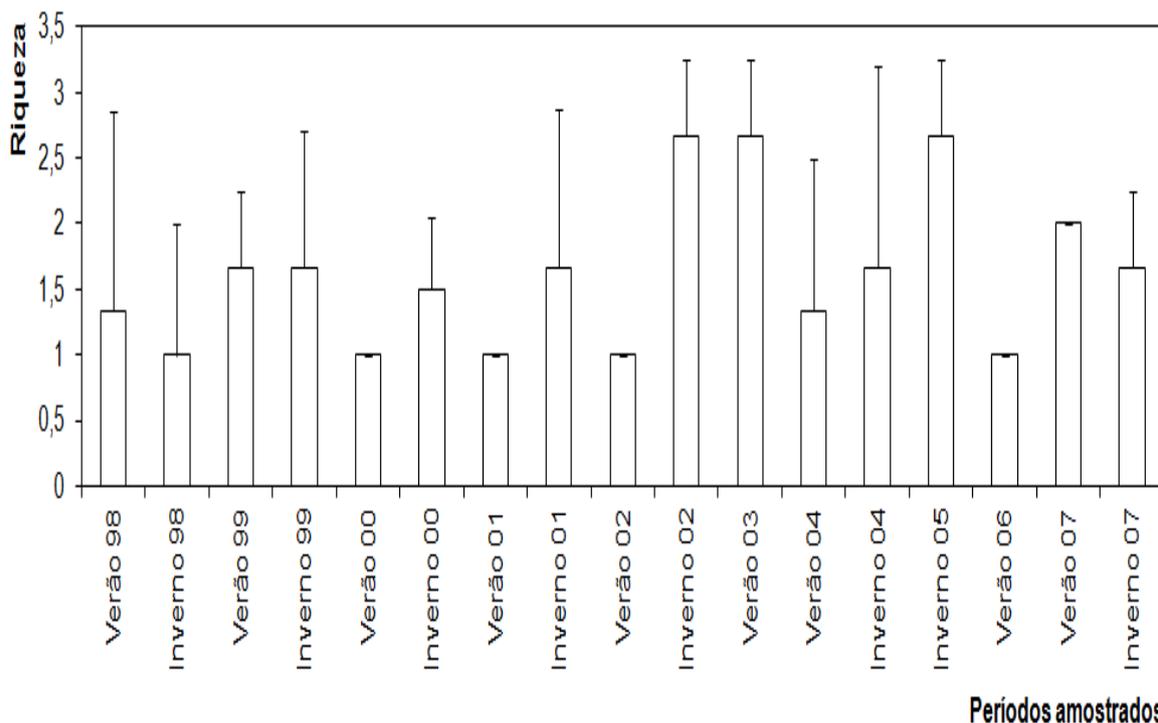


Figura 38. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea associada ao fital *D. cervicornis* de acordo com os períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 8. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a *D. cervicornis*.

|                   | SQ       | gl | QM       | F     | p      |
|-------------------|----------|----|----------|-------|--------|
| Entre grupos      | 0.573734 | 1  | 0.573734 | 1.732 | 0.2079 |
| Dentro dos grupos | 4.96875  | 15 | 0.33125  |       |        |
| Total             | 5.54249  | 16 |          |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

Para a abundância de espécies, a maior média observada ocorreu no período de verão de 2003, seguida da média do período de inverno de 2005. Os menores valores das médias ocorreram nos períodos de inverno do ano de 1998. (Figura 39). Foram observadas diferenças entre as médias da abundância dos indivíduos dos períodos de verão e inverno por meio da ANOVA (Tabela 9).

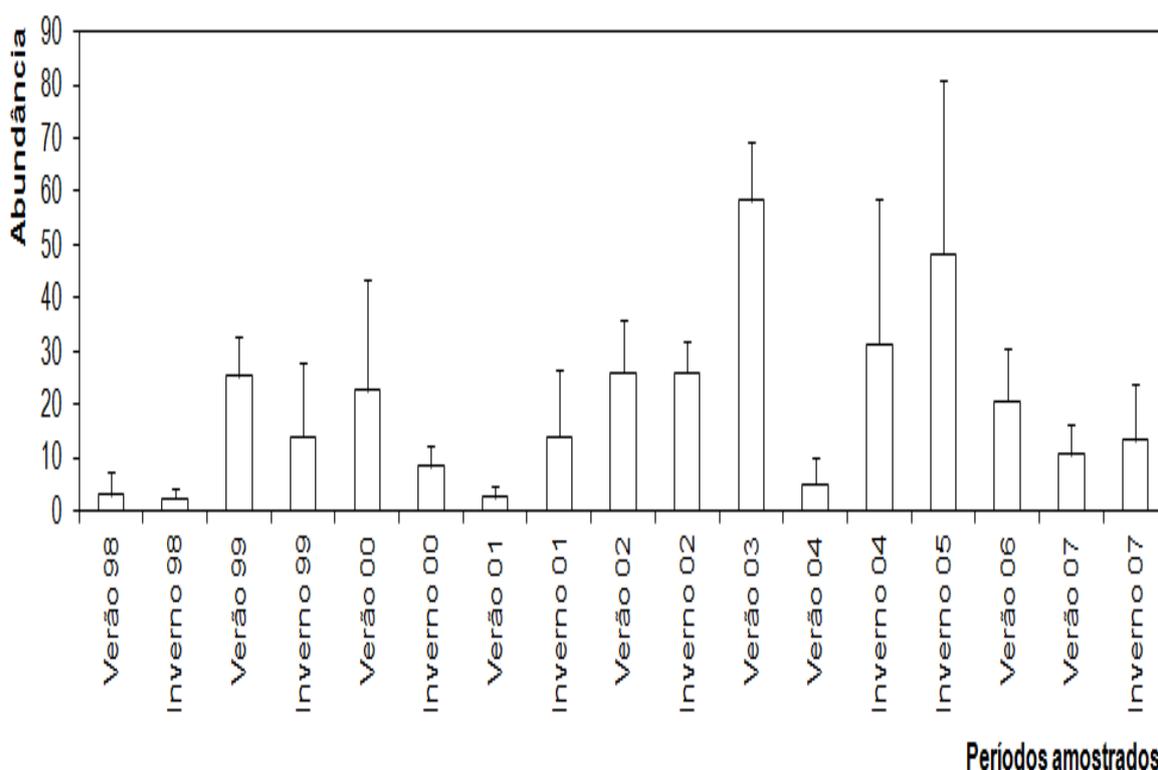


Figura 39. Média e desvio-padrão da abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associada ao fital *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 9. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância dos indivíduos de Ophiuroidea associadas a *D. cervicornis*.

|                   | SQ       | gl | QM       | F        | p      |
|-------------------|----------|----|----------|----------|--------|
| Entre grupos      | 0.483746 | 1  | 0.483746 | 0.001827 | 0.9665 |
| Dentro dos grupos | 3970.64  | 15 | 264.709  |          |        |
| Total             | 3971.12  | 16 |          |          |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A maior média do índice de diversidade de Shannon-Wiener foi observada no período de inverno do ano de 2002, sendo a menor constatada para o período de verão de 1999. Verificaram-se em geral maiores valores para os períodos de verão em relação aos períodos de inverno, exceto nos anos de 1999 e 2004, nos quais os períodos de inverno foram caracterizados com valores maiores para a diversidade (Figura 40). Foi possível observar que existem diferenças entre as médias do índice de diversidade dos períodos de verão e inverno, de acordo com a ANOVA (Tabela 10).

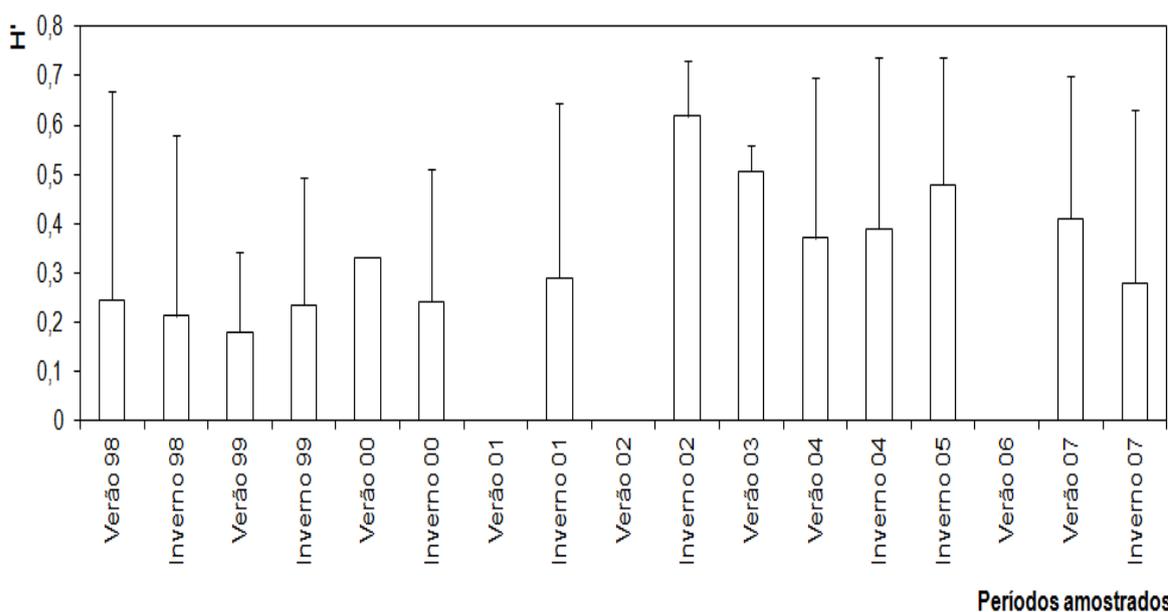


Figura 40. Média e desvio-padrão da diversidade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 10. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios índice de diversidade de Ophiuroidea associadas a *D. cervicornis*.

|                   | SQ        | gl | QM        | F     | p      |
|-------------------|-----------|----|-----------|-------|--------|
| Entre grupos      | 0.0569355 | 1  | 0.0569355 | 1.926 | 0.1855 |
| Dentro dos grupos | 0.443418  | 15 | 0.0295612 |       |        |
| Total             | 0.05166   | 16 |           |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A equitatividade encontrada foi maior nos períodos de inverno em relação aos períodos de verão, sendo a maior delas observada no ano de 1998. A menor equitatividade ocorreu no período de verão do ano de 1999. O índice de diversidade e a equitatividade foram nulos durante três períodos de verão dos anos 2000, 2002 e 2003, pois seus valores de riqueza de espécies foram equivalentes a  $S = 1$  (Figura 41). Segundo a ANOVA, as médias da equitatividade entre os períodos de verão e inverno foram semelhantes (Tabela 11).

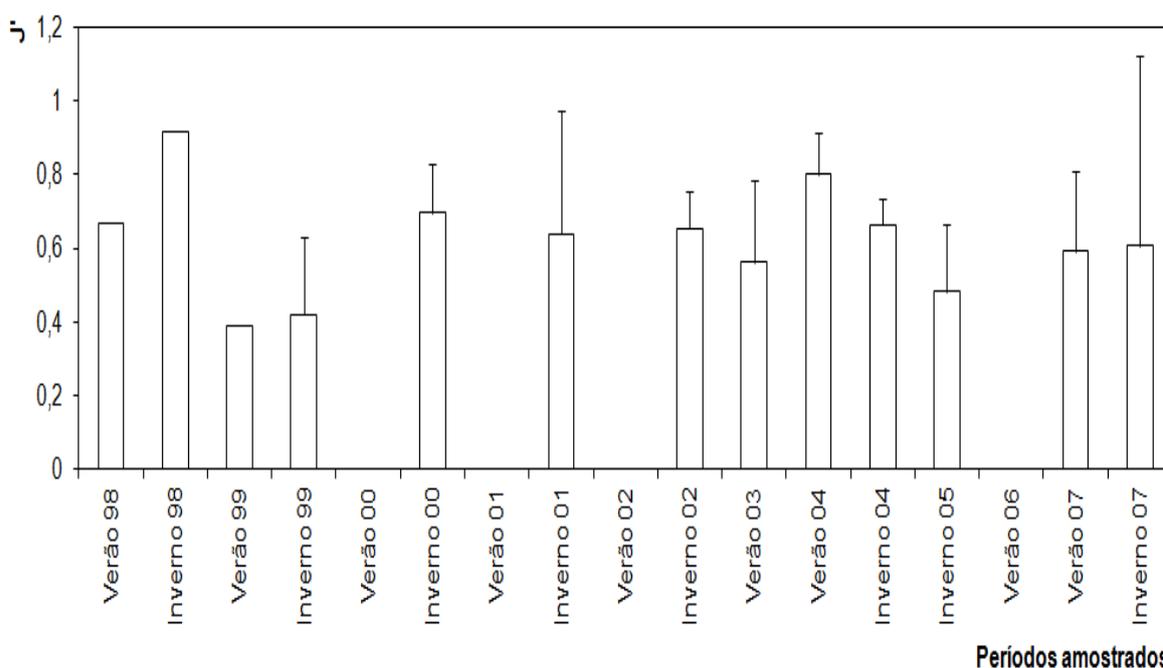


Figura 41. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 11. Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de equitatividade de Ophiuroidea associadas a *D. cervicornis*.

|                   | SQ      | gl | QM        | F     | p       |
|-------------------|---------|----|-----------|-------|---------|
| Entre grupos      | 0.38341 | 1  | 0.38341   | 5.425 | 0.03424 |
| Dentro dos grupos | 1.05444 | 15 | 0.0702959 |       |         |
| Total             | 1.43578 | 16 |           |       |         |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

Na análise de agrupamento (Cluster) foram observados cinco grupos formados com 80% de similaridade, além de um período de verão do ano de 2004 isolado. Entre os grupos compostos com menor similaridade, um deles foi formado por três períodos de verão dos anos de 2000, 2002 e 2006. Um segundo grupo foi formado em sua maioria por períodos de inverno dos anos 1999, 2001, 2002 e 2004, além do período de verão do ano de 1999. Os demais grupos foram formados por ambos os períodos de verão e inverno (Figura 42).

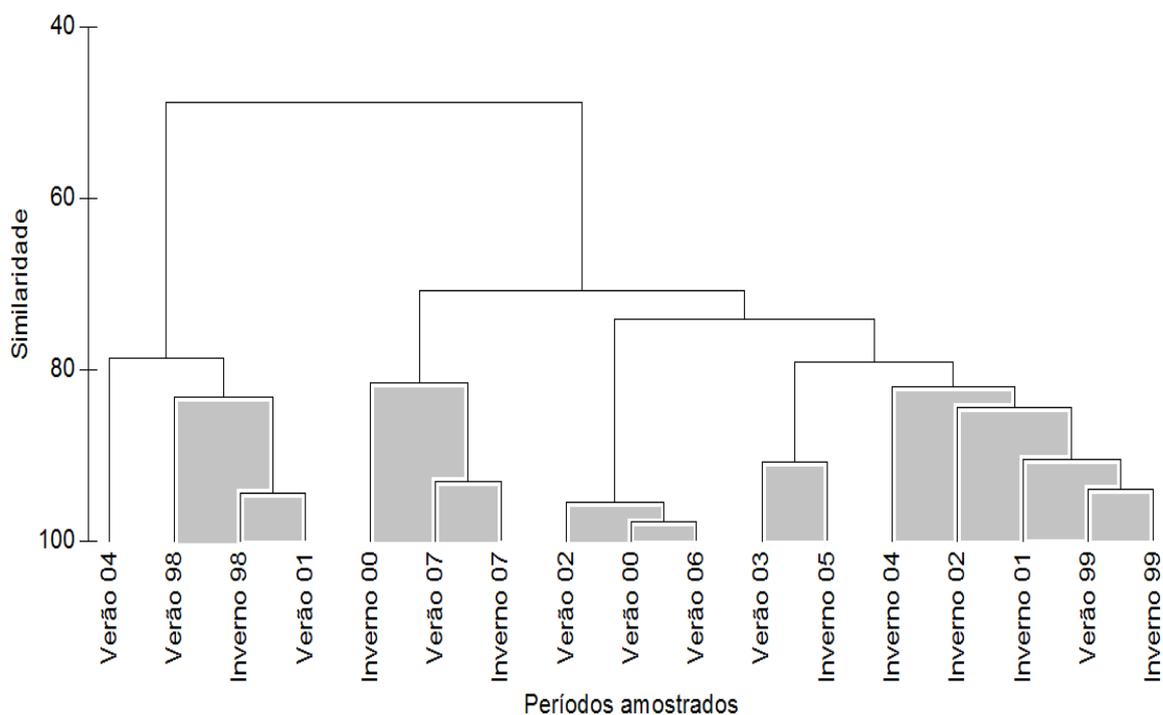


Figura 42. Análise de agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

Os grupos formados na análise de agrupamento (Cluster) também foram caracterizados como bastante visíveis nos resultados obtidos referentes à Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS). Com estes resultados foi demonstrado que a maioria dos períodos de inverno concentrados em uma região do gráfico e os períodos de verão com distribuição de forma esparsa, sendo estes períodos apenas encontrados juntos os períodos de verão dos anos de 2000, 2002 e 2006 (Figura 43).

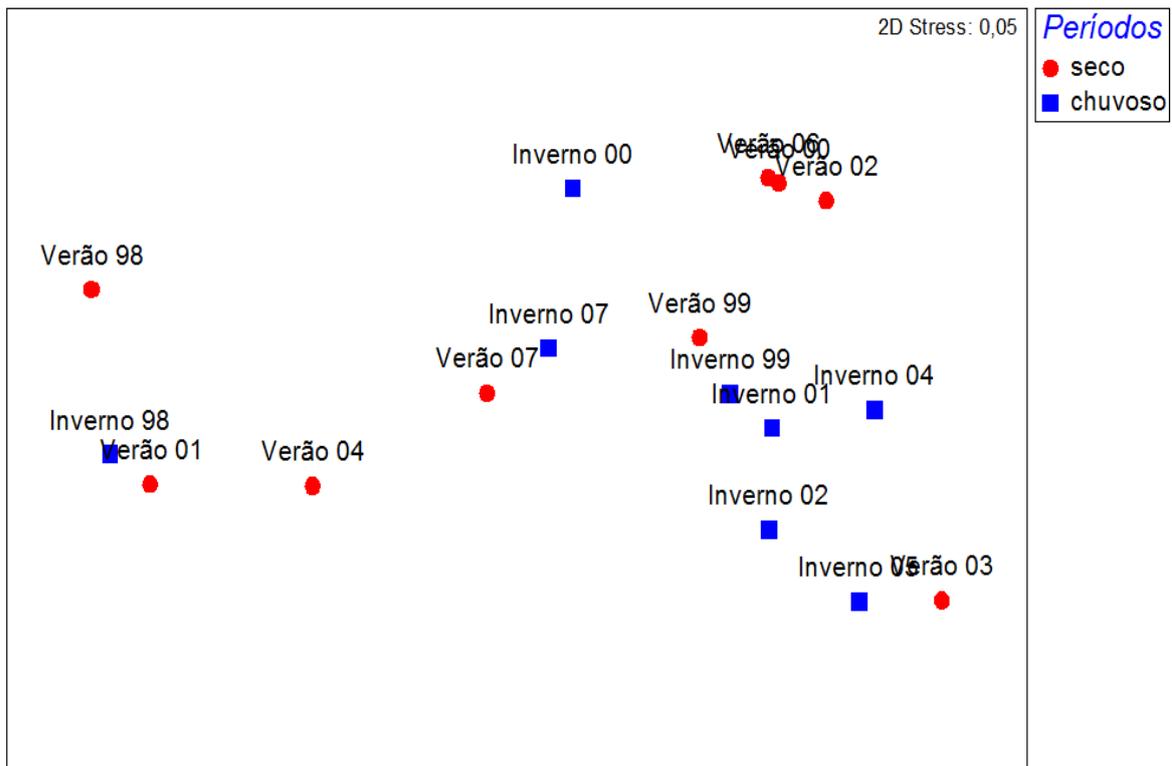


Figura 43. Ordenação Multidimensional Não-paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

Através da realização da Análise de Similaridade (ANOSIM) caracterizada pelo valor de  $R = 0,908$  e tendo-se ainda este resultado associado com o nível de significância equivalente a 0,1%, pode-se constatar a presença de diferenças significativas entre o grupo de períodos de inverno e o grupo de períodos de

verão, analisados no presente estudo com relação as espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *D. cervicornis*.

Os resultados obtidos através do SIMPER demonstraram que *A. squamata* e *O. savignyi* foram os principais fatores para a formação da maioria dos grupos nas análises de agrupamento e ordenação (Tabelas 12 e 13). Além destas espécies, *O. ophiactoides* e *O. paucispina* foram responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos formados (Tabela 14).

Tabela 12: Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a *D. cervicornis* com similaridade maior que 80%.

| Grupos  | Períodos  |
|---------|---|
| Grupo 1 | Verão 98, verão 01 e inverno 98                           |
| Grupo 2 | Verão 07, inverno 00 e inverno 07                         |
| Grupo 3 | Verão 00, verão 02 e verão 06                             |
| Grupo 4 | Verão 03 e inverno 05                                     |
| Grupo 5 | Verão 99, inverno 99, inverno 01, inverno 02 e inverno 04 |

Tabela13: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato *D. cervicornis*.

| Espécies-chave     | Grupo 1    | Grupo 2    | Grupo 3    | Grupo 4   | Grupo 5    |
|--------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
|                    | Av. 86,88% | Av. 85,36% | Av. 96,18% | Av. 90,7% | Av. 85,58% |
| <i>A. squamata</i> | 71,01      | 78,35      | 100        | 70,68     | 76,57      |
| <i>O. savignyi</i> | 28,99      | 21,65      |            | 20,56     | 20,35      |

Tabela 14: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga-substrato *D. cervicornis*.

| Espécies-chave         | Grupo  | Grupo | Grupo  | Grupo  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
|                        | 1 x 2  | 1 x 3  | 1 x 4  | 1 x 5  | 2 x 3  | 2 x 4  | 2 x 5  | 3 x 4 | 3 x 5  | 4 x 5  |
|                        | Av.    | Av.   | Av.    | Av.    |
|                        | 40,11% | 59,07% | 66,36% | 55,74% | 27,61% | 40,58% | 25,75% | 36,2% | 21,75% | 20,98% |
| <i>A. squamata</i>     | 70,94  | 79,93  | 63,26  | 64,83  | 50,64  | 53,26  | 46,14  | 35,17 | 10,15  | 49,66  |
| <i>O. savignyi</i>     | 12,19  | 15,72  | 22,55  | 18,3   | 37,85  | 25,3   | 20,67  | 46,61 | 62,48  | 29,23  |
| <i>O. ophiactoides</i> |        |        | 11,95  | 9,32   |        | 16,28  | 16,11  | 18,23 | 19,02  | 15,05  |
| <i>O. paucispina</i>   | 10,41  |        |        |        | 11,51  |        | 10,01  |       |        |        |

A análise de correspondentes canônicos demonstrou que a precipitação foi o fator responsável pela ocorrência das espécies *O. paucispina* e *O. appressum*. O peso seco foi o fator que influenciou a presença de *O. lymani*. A salinidade, temperatura do ar e da água foram os fatores responsáveis pela presença das espécies *O. ophiactoides*, *O. brasiliensis*, *O. savignyi* e *A. squamata* (Figura 44).

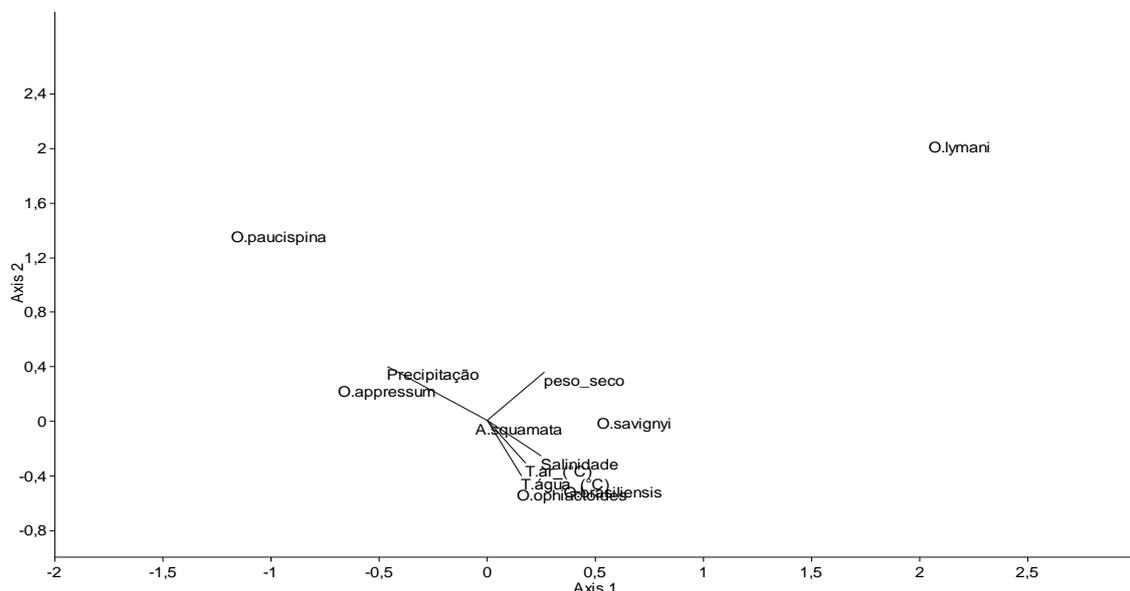


Figura 44. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato *D. cervicornis* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

### 5.4.3. FITAL *Caulerpa racemosa*

A maior média da riqueza de espécies de Ophiuroidea foi observada no período de verão do ano 2003. Os períodos de verão e inverno do ano de 2007 foram caracterizados com a mesma média. Analisando os anos de 1998, 1999 e 2003, a maior média ocorreu para os períodos de verão, quando comparado aos respectivos períodos de inverno. Porém, constatou-se maior média nos períodos de inverno em relação aos períodos de verão nos anos de 2000, 2001, 2002 e 2004 (Figura 45). Através da ANOVA, foram observadas diferenças entre as médias da riqueza de espécies dos períodos de verão e inverno (Tabela 15).

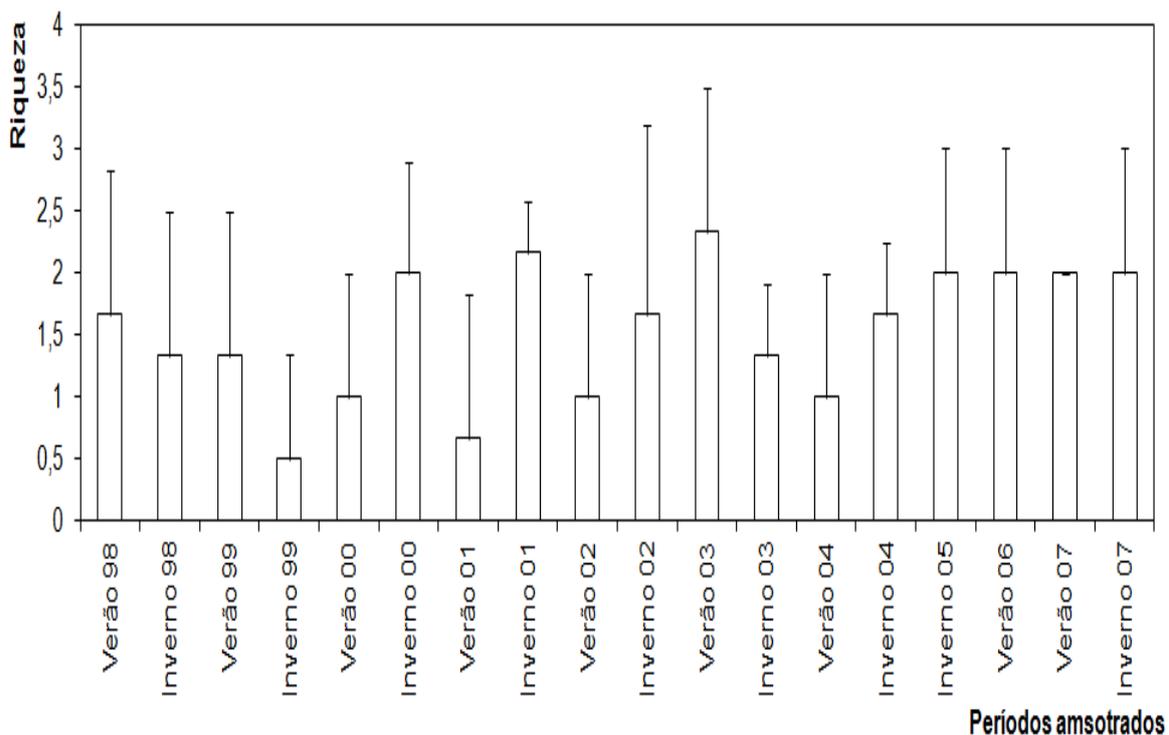


Figura 45. Média e desvio-padrão da riqueza de espécies de Ophiuroidea associada ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 15: Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de riqueza de espécie de Ophiuroidea associadas a *C. racemosa*.

|                   | SQ       | gl | QM       | F      | p      |
|-------------------|----------|----|----------|--------|--------|
| Entre grupos      | 0.154321 | 1  | 0.154321 | 0.5122 | 0.4845 |
| Dentro dos grupos | 4.82099  | 16 | 0.301312 |        |        |
| Total             | 4.97531  | 17 |          |        |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

Em geral, a média da abundância de espécies de Ophiuroidea foi maior nos períodos de inverno, quando comparado com os períodos de verão dos mesmos anos, exceto nos anos de 2003 e 2007. A maior média foi observada no período de inverno do ano de 2005 e a menor foi constatada para o período de verão do ano 2001 (Figura 46). Através da ANOVA, foram observadas diferenças entre as médias da abundância dos indivíduos dos períodos de verão e inverno (Tabela 16).

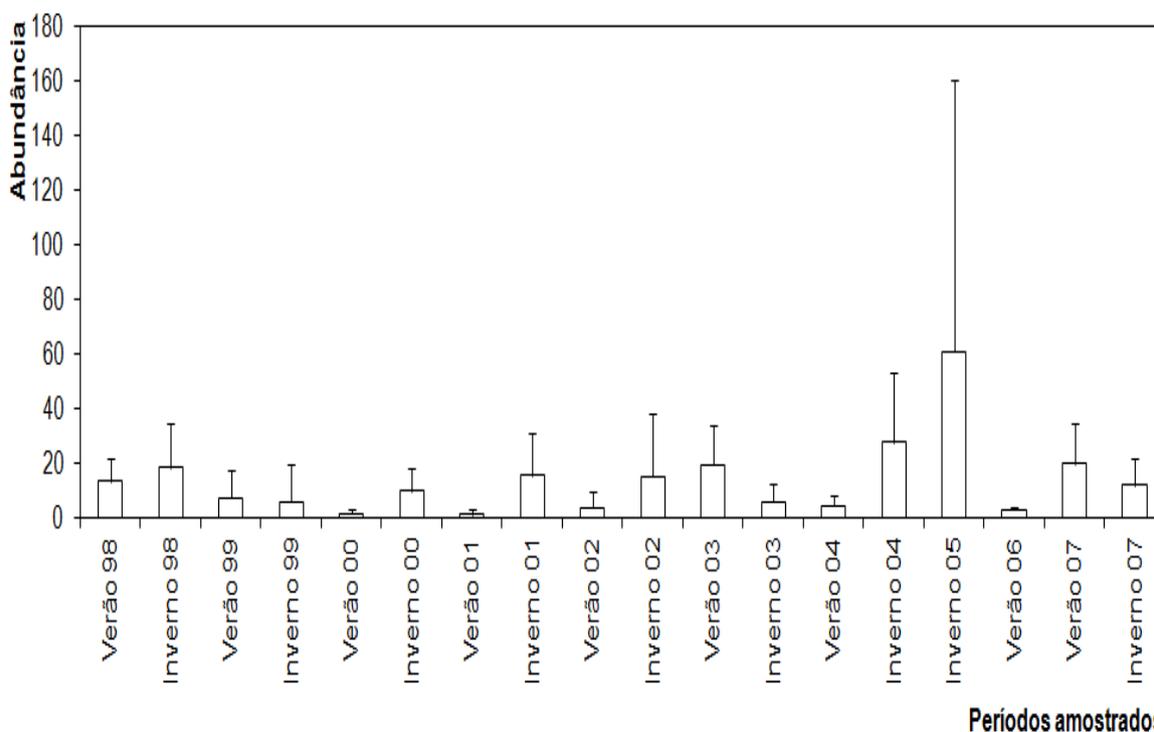


Figura 46. Média e desvio-padrão da abundância das espécies de Ophiuroidea associada ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 16 Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância de Ophiuroidea associadas a *C. racemosa*.

|                   | SQ      | gl | QM      | F     | p      |
|-------------------|---------|----|---------|-------|--------|
| Entre grupos      | 531.742 | 1  | 531.742 | 3.043 | 0.1003 |
| Dentro dos grupos | 2795.97 | 16 | 174.748 |       |        |
| Total             | 3327.71 | 17 |         |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A média do índice de diversidade de Shannon-Wiener foi maior no período de verão de 2006. A menor média deste índice ocorreu no período de inverno do ano de 1999 (Figura 47). Com os resultados obtidos da ANOVA, foi possível observar diferenças entre as médias do índice de diversidade dos períodos de verão e inverno (Tabela 17).

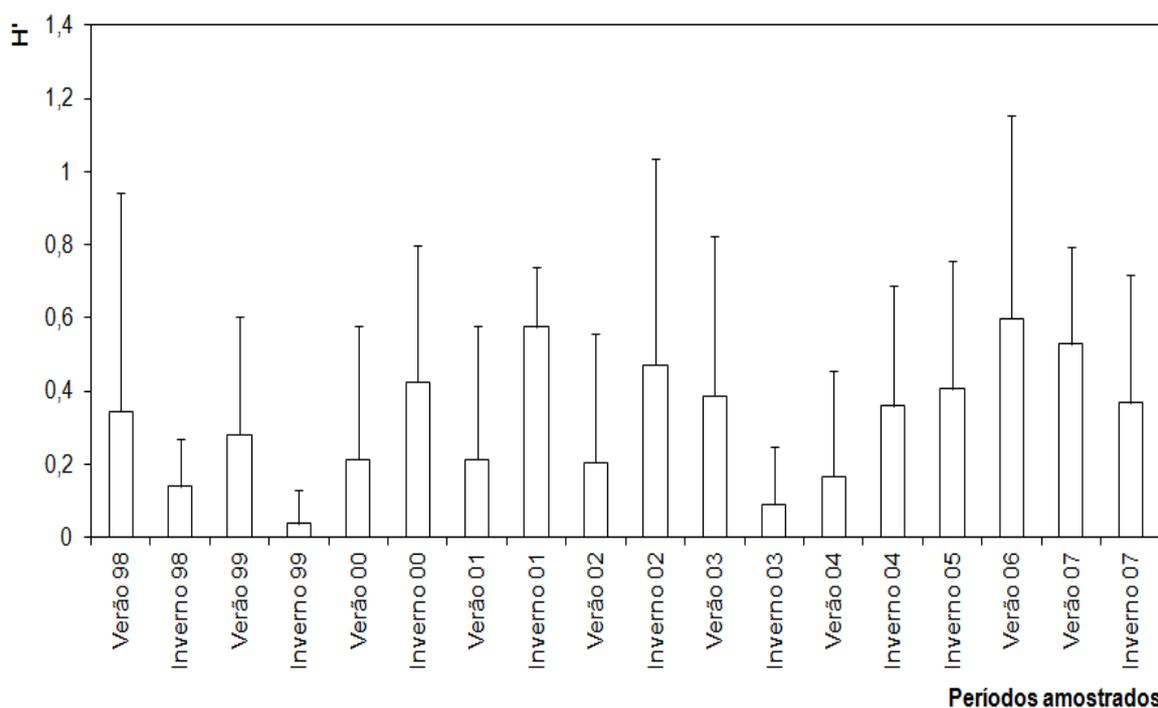


Figura 47. Média e desvio-padrão do índice de diversidade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 17: Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de índice de diversidade de Ophiuroidea associadas a *C. racemosa*.

|                   | SQ      | gl | QM      | F    | p      |
|-------------------|---------|----|---------|------|--------|
| Entre grupos      | 0.00552 | 1  | 0.00552 | 0.19 | 0.6687 |
| Dentro dos grupos | 0.46444 | 16 | 0.029   |      |        |
| Total             | 0.43998 | 17 |         |      |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

A maior média da equitatividade foi observada no período de verão do ano de 2006. No período de inverno de 1998 verificou-se a menor média para equitatividade. Em geral, a equitatividade foi constatada maior nos períodos de verão em relação aos períodos de inverno do mesmo ano, exceto para o ano de 2004, quando foi observado para o período de inverno maior equitatividade (Figura 48). As médias da equitatividade entre os períodos de verão e inverno foram semelhantes, de acordo com a ANOVA (Tabela 18).

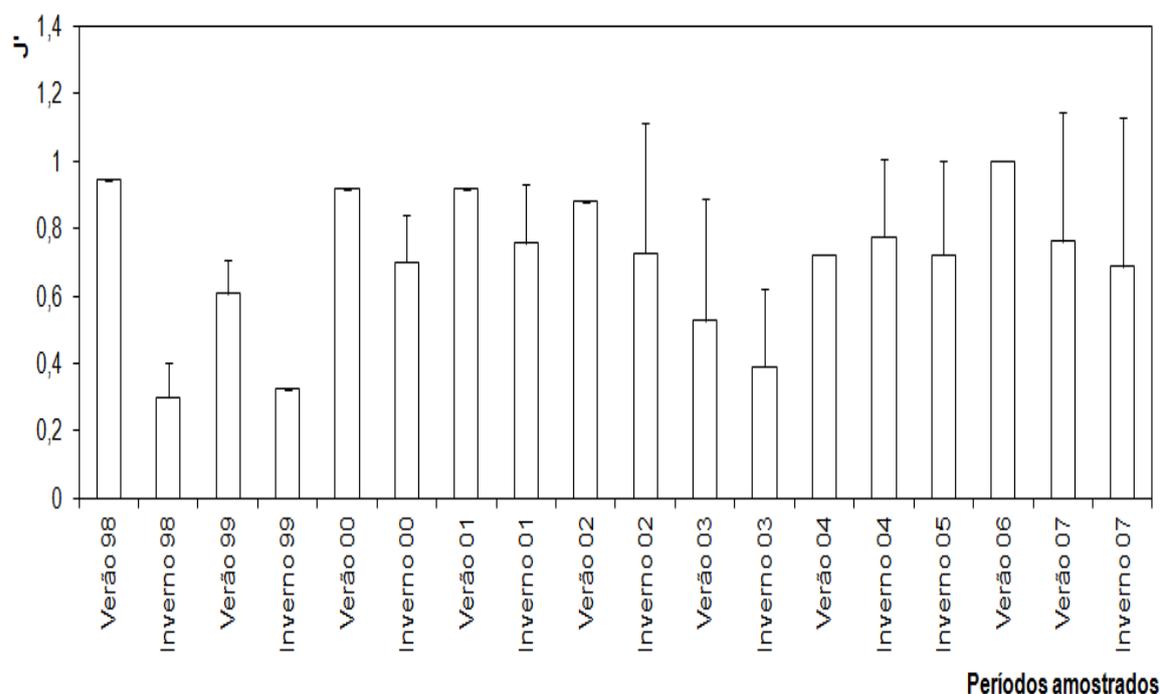


Figura 48. Média e desvio-padrão da equitatividade das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

Tabela 18: Sumário da ANOVA de uma entrada para valores médios de abundância de Ophiuroidea associadas a *C. racemosa*.

|                   | SQ     | gl | QM     | F     | p      |
|-------------------|--------|----|--------|-------|--------|
| Entre grupos      | 0.1992 | 1  | 0.1992 | 6.025 | 0.0259 |
| Dentro dos grupos | 0.529  | 16 | 0.0331 |       |        |
| Total             | 0.7282 | 17 |        |       |        |

Legenda: SQ = soma dos quadrados, gl = graus de liberdade, QM = quadrados médios, F = Fisher, p = p-valor.

Na análise de agrupamento (Cluster) foram identificados três grupos isolados, sendo dois formados por períodos de verão e um com predominância de períodos de inverno. Os períodos de verão dos anos de 2000 e de 2001 ficaram juntos em um grupo isolado e apresentando similaridade superior a 90%. Outro grupo formado por períodos de verão reuniu os anos de 1999, 2002 e 2004. Um terceiro grupo foi formado pelos períodos de verão dos anos de 1998, 2003 e 2007 junto da maioria dos períodos de inverno, exceto inverno dos anos de 2003 e 2005 (Figura 49).

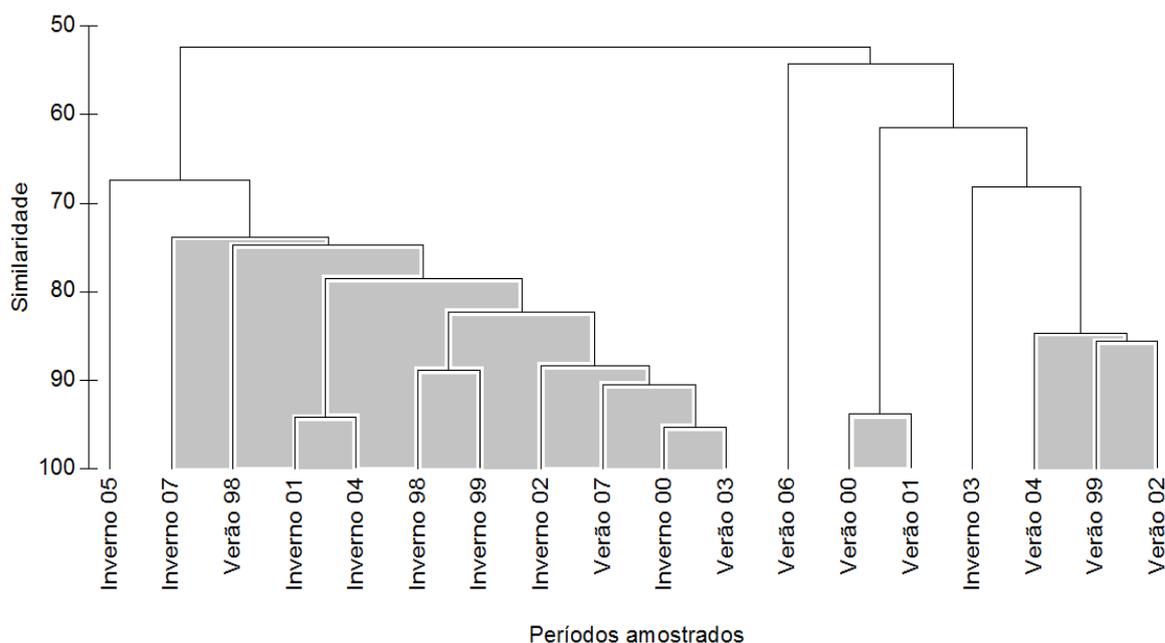


Figura 49. Análise de agrupamento (Cluster) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

Através do gráfico formado a partir da Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS) foi observada proximidade entre os períodos de inverno e uma distância maior entre os períodos de verão, considerando um stress de 0,09. No entanto, o período de inverno de 2003 ficou isolado, assim como o período de verão de 2006 (Figura 50).

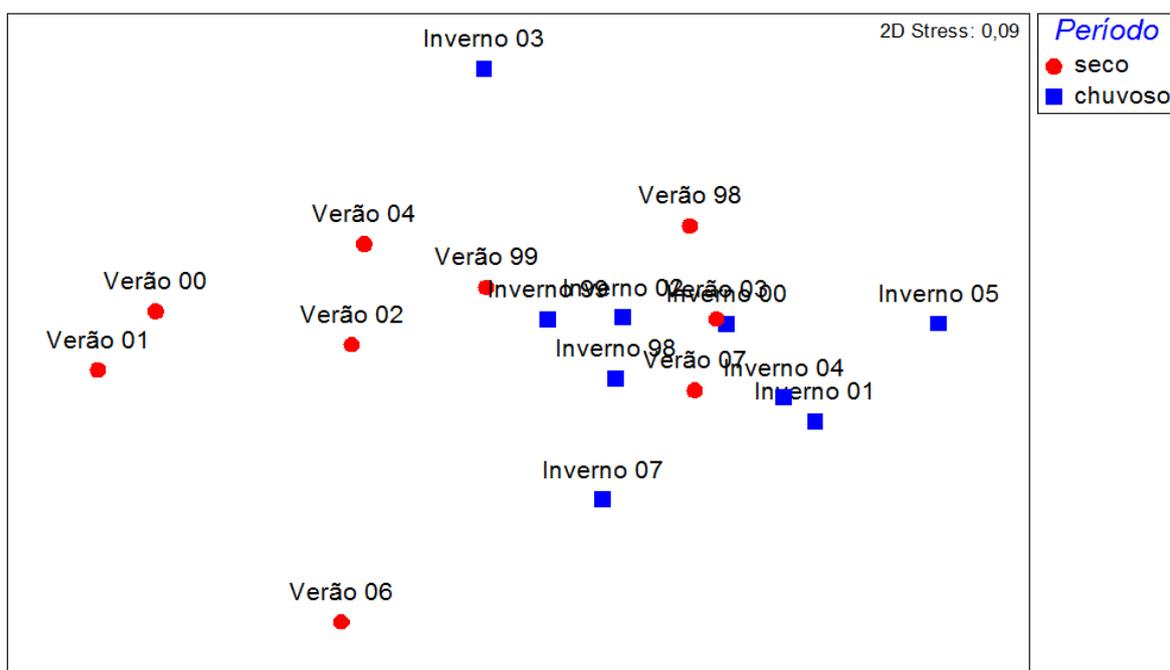


Figura 50. Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS) das espécies de Ophiuroidea associadas ao fital *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos usando o índice de similaridade Bray-Curtis.

Com base na realização da Análise de Similaridade (ANOSIM) foi demonstrada a existência de diferenças entre os períodos de verão e os períodos de inverno analisados, onde se obteve um  $R = 0,884$  e tendo 0,1% como nível de significância. Isto corrobora com os resultados que foram obtidos através da Análise de Agrupamento (Cluster) e da Ordenação Multidimensional Não Paramétrica (NMDS), com os quais foi demonstrada a formação de grupos representados em sua maioria por períodos de inverno e períodos de verão.

A análise realizada com SIMPER indicou que *A. squamata* e *O. savignyi* foram os principais fatores chave para a formação dos grupos nas análises de agrupamento e ordenamento (Tabelas 19 e 20). Estas mesmas espécies, além

de *O. ophiactoides*, foram responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos formados (Tabela 21).

Tabela 19: Grupos formados através do agrupamento dos Ophiuroidea associados a *C. racemosa* com similaridade maior que 70%.

| Grupos  | Períodos  |
|---------|---|
| Grupo 1 | Verão 99, Verão 02 e Verão 04   |
| Grupo 2 | Verão 00 e Verão 01   |
| Grupo 3 | Verão 98, Verão 03, Verão 07, Inverno 98, Inverno 99, Inverno 00, Inverno 01, Inverno 02, Inverno 04 e Inverno 07 |

Tabela 20: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a similaridade dos grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato *C. racemosa*.

| Espécies-chave     | Grupo 1    | Grupo 2    | Grupo 3    |
|--------------------|------------|------------|------------|
|                    | Av. 85,02% | Av. 93,82% | Av. 79,74% |
| <i>A. squamata</i> | 71,13      | 58,58      | 68,62      |
| <i>O. savignyi</i> | 28,87      | 41,42      | 29,21      |

Tabela 21: Análise SIMPER com a contribuição das espécies chaves para a dissimilaridade entre os grupos formados nas análises de agrupamento da alga substrato *C. racemosa*.

| Espécies-chave         | Grupo 1 x 2 | Grupo 1 x 3 | Grupo 2 x 3 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                        | Av. 36,45%  | Av. 35,48%  | Av. 57%     |
| <i>A. squamata</i>     | 80,40       | 52,19       | 61,45       |
| <i>O. savignyi</i>     | 19,60       | 31,65       | 27,31       |
| <i>O. ophiactoides</i> |             | 10,94       | 7,61        |

Com a análise de correspondentes canônicos foi observado que a similaridade foi responsável pela ocorrência das espécies *O. lymani* e *O. angulata*. O peso seco foi o fator que influenciou a presença de *O. ophiactoides*. A precipitação, temperatura do ar e da água foram responsáveis pela presença das espécies *O. savignyi* e *A. squamata* (Figura 51).

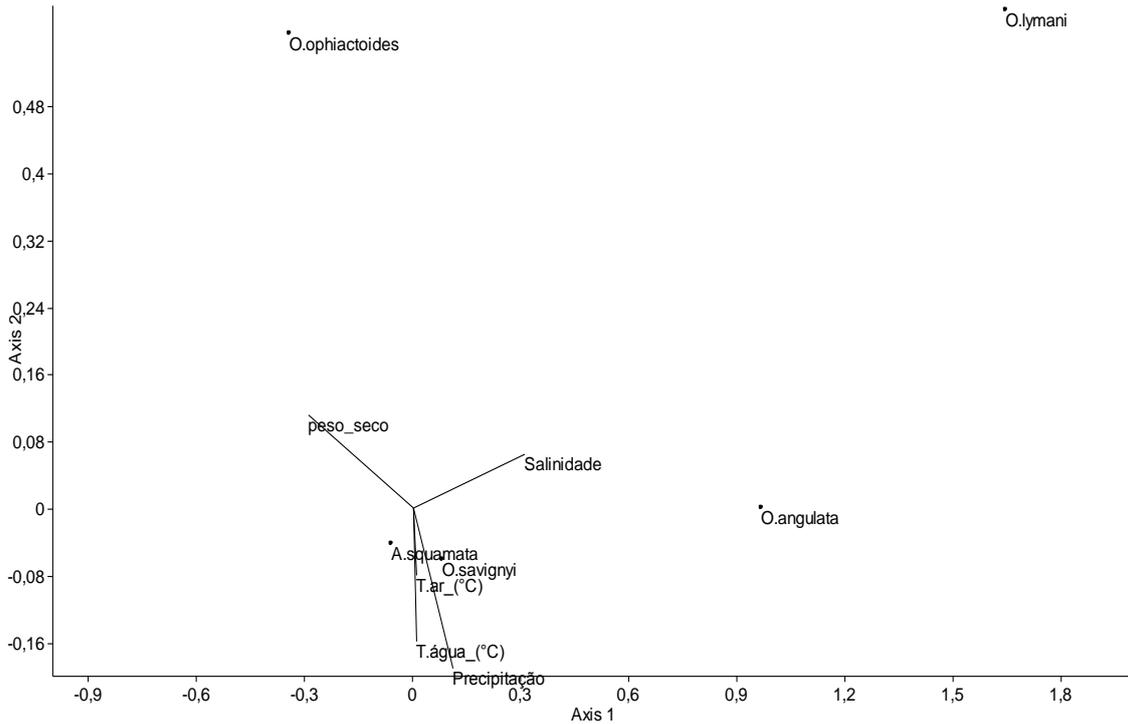


Figura 51. Análise dos correspondentes canônicos das espécies de Ophiuroidea associada à alga-substrato *C. racemosa* nos períodos estudados ao longo de dez anos.

## VI. DISCUSSÃO

### 6.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES

No presente estudo foram encontradas nove espécies de Ophiuroidea, sendo que várias com grande número de indivíduos e muitos destes em diferentes etapas de reprodução por fissão. Segundo CHAVARRO *et al.* (2004), o uso de algas como substrato foi relacionado à presença de refúgios que servem para a proteção contra predadores, assim como busca de esconderijo devido à foto sensibilidade, além de abrigo para reprodução de várias espécies deste grupo de Echinodermata.

Entre as espécies mais comuns de Ophiuroidea que procuram proteção junto às macroalgas, pode ser observada *Amphipholis squamata* que apresenta características reprodutivas relacionadas à viviparidade e hermafroditismo, quando incubando os exemplares nas bursas durante todo o desenvolvimento embrionário (FELL 1946). Sendo assim, a grande abundância desta espécie junto aos fitais pode estar diretamente relacionada à reprodução dos indivíduos como foi constatado por BOFFI (1972), que observou a presença de embriões nas bursas dos indivíduos analisados, ao realizar um estudo sobre a fauna de Ophiuroidea associado a fitais do litoral de Ubatuba, em São Paulo. Esta espécie também pode apresentar uma combinação de fecundação cruzada e com autofecundação devido seu hermafroditismo (POULIN *et al.* 1999). Com relação à alimentação *A. squamata* possui hábitos suspensívoro e detritívoro segundo HENDLER *et al.* (1995). No presente trabalho considerando a grande maioria dos períodos estudados *A. squamata* foi caracterizada como a espécie mais abundante nos três fitais analisados, tendo sido considerada dominante na associação com os fitais *D. cervicornis* e *C. racemosa*, além de ocorrer como freqüente quando associada ao fital *A. fragilissima*.

A reprodução pode ser também a possível explicação para a ocorrência das demais espécies da classe Ophiuroidea associadas aos substratos algais analisados, pois os fitais são importantes substratos utilizados como refúgio durante a propagação de espécies por reprodução assexuada por meio de fissão

como relatado para *Ophiactis savignyi* por MLADENOV & EMSON (1988). Estas informações corroboram os resultados obtidos, onde *O. savignyi* foi a segunda espécie mais abundante nos três fitais estudados, com vários indivíduos em regeneração, os quais apresentavam apenas a metade do disco e três braços, indicando reprodução assexuada por fissão. Sabe-se que logo após a reprodução por fissão, os indivíduos de *O. savignyi* possuem carência energética, acarretando baixa capacidade para formação de gônadas necessárias na reprodução sexuada (MCGOVERN 2002). Segundo alguns pesquisadores, os hábitos alimentares de *O. savignyi* caracterizam-se por serem suspensívoro e detritívoro, sendo a nutrição favorecida pela disponibilidade de alimento associado ao sedimento retido entre os filamentos das algas que variam conforme a época do ano (HENDLER *et al.* 1995; PARESQUE, 2008). No entanto, organismos desta espécie podem optar pela reprodução sexual quando há a presença de um indivíduo produzindo gametas ou optar pela fissiparidade, garantindo o potencial sucesso reprodutivo de acordo com a provável fertilização ou com a sobrevivência do clone, isto quando há ausência de companheiros com gametas visando à fecundação (MCGOVERN 2003). Desta forma, foi demonstrado que a abundância e a distribuição de *O. savignyi* junto aos fitais estudados estiveram diretamente relacionadas com a disponibilidade de alimentos e a estratégia reprodutiva como também foi caracterizado por CHAO & TSAI (2005).

A fissiparidade também pode ser um modo alternativo de reprodução observada nos indivíduos da espécie *Ophiocomella ophiactoides*, pelo qual garante sucesso reprodutivo, dando origem até 15 novos indivíduos em torno de um ano a partir de um único indivíduo (MLADENOV *et al.* 1983). Este fato nem sempre foi observado através da reprodução sexuada, pois a potencialidade da fertilização e do desenvolvimento de larvas foi menor que a reprodução assexuada (MLADENOV & EMSON 1984). Indivíduos desta espécie foram encontrados nos três fitais analisados em menor abundância, sendo classificada como rara na maioria dos períodos estudados, entretanto foram constatados vários exemplares em regeneração.

A presença de *Ophiactis lymani* associada a algas também pode estar relacionada às altas taxas de regeneração ocasionadas pela reprodução

assexuada (BOFFI 1972). Desta forma, os indivíduos de *O. lymani* podem apresentar pequeno tamanho e disco dividido através da fissiparidade, porém menos frequentes que as espécies *O. savignyi* e *O. ophiactoides* (MLADENOV & EMSON 1988). No presente trabalho, esta espécie foi observada nos três fitais estudados, sendo considerada rara em todos os períodos observados e com poucos exemplares em processo regenerativo.

*Ophiactis brasiliensis* foi observada por MANSO (1988) entre algas da Divisão Phaeophyta. Por ter sido descrita relativamente recente para a costa brasileira ainda pouco se sabe sobre a biologia desta espécie. No entanto, no presente estudo vários exemplares foram encontrados associados somente à macroalga *D. cervicornis*, os quais apresentavam aspectos de regeneração após fissão. Sendo assim, a reprodução assexuada também pode ser considerada com uma das alternativas de estratégia reprodutiva desenvolvida para a manutenção desta espécie.

*Ophiothrix angulata* ocorre em diversos tipos de substratos tais como areia, lodo, cascalho, conchas quebradas, rocha, esponjas, coral, entre outros (HENDLER *et al.* 1995). Substratos biológicos podem ser utilizados por *O. angulata* para o recrutamento de larvas e desenvolvimento dos juvenis, sendo importantes para o ciclo de vida desta espécie (TURON *et al.* 2000). Sendo assim, esta espécie pode ser observada associada a outros organismos, incluindo diferentes macroalgas (JACOBUCCI *et al.* 2006). Neste trabalho, representantes de *O. angulata* foram encontrados associados às macroalgas estudadas *A. fragilissima* e *C. racemosa*, com variações na distribuição espacial e também temporal, porém com ocorrência considerada rara.

Os indivíduos de *Amphipholis januarii* podem ser encontrados associados a diferentes fitais, esponjas e briozoários (HENDLER *et al.* 1995). ALVES & CERQUEIRA (2000) observaram exemplares desta espécie somente associados a algas calcárias. Representantes de *A. januarii* também foram observados associados à macroalga *Halimeda opuntia* com densidade maior nos períodos chuvosos (COSTA 2006). Para este estudo, a referida espécie foi encontrada somente associada à *A. fragilissima* e esporadicamente em períodos de inverno, sendo considerada rara com base nas análises realizadas.

*Ophiolepis paucispina* pode ser encontrada associada principalmente em talos de algas calcárias e gramíneas marinhas (HENDLER *et al.* 1995). No presente trabalho, foram observados representantes desta espécie associados apenas aos fitais *A. fragilissima* e *D. cervicornis*, sendo sua distribuição temporal considerada rara na maioria dos períodos caracterizados.

As observações sobre *Ophioderma appressum* demonstraram a preferência de habitats junto aos bancos de algas em ecossistemas recifais, além de também serem encontradas em sua dieta algas calcárias e filamentosas (HENDLER *et al.* 1995). Esta espécie foi observada por COSTA (2006) associada à alga calcária *H. opuntia*. Para este estudo, *O. appressum* foi encontrada associada somente às algas *A. fragilissima* e *D. cervicornis*, com valores quantitativos pouco significativos, sendo considerada rara ao longo dos períodos estudados.

## 6.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS

A presença de macroalgas sobre diferentes tipos de substratos pode resultar no aumento da abundância e da riqueza de espécies junto à fauna de Echinodermata, principalmente para os representantes da classe Ophiuroidea (GARCÍA *et al.* 2008). No presente trabalho, ao todo foram encontrados 10.664 indivíduos distribuídos em nove espécies de Ophiuroidea associadas aos três diferentes fitais estudados, sendo esta uma evidência da importância dos habitats proporcionados pelas comunidades das macroalgas analisadas.

Ao estudarem seis diferentes fitais no recife de coral da Ponta Verde, em Maceió, litoral de Alagoas, SANTOS & CORREIA (1995) verificaram a presença de um maior número de táxons de invertebrados e de indivíduos para a fauna associada ao fital *A. fragilissima*. O mesmo ocorreu para o presente trabalho, sendo encontrada maior abundância e riqueza de espécies referente aos ofiuróides para *A. fragilissima*, na qual foram identificadas oito espécies. Este fato pode estar relacionado à calcificação e ramificação do talo, permitindo assim a retenção da água durante as marés baixas, períodos nos quais os organismos da

região entremarés tendem a ficar emersos e o estresse ambiental aumenta. A abundância das espécies também pode estar relacionada à defesa do predador, pois algumas espécies de Ophiuroidea, como *O. savignyi* e *A. squamata*, possuem um sinal químico de alarme quando ameaçadas ao estarem associadas a *Amphiroa* sp devido à maior proximidade dos indivíduos e maior percepção do sinal recebido (MAJER *et al.* 2009).

A alga *D. cervicornis* possui o talo ramificado, porém com ausência de calcificação (NUNES & PAULA 2001), acarretando provavelmente em menor complexidade do substrato. Este fato, pode assim explicar os dados obtidos no presente trabalho que identificou esta alga como tendo a segunda maior abundância para as espécies da classe Ophiuroidea analisadas. No entanto, nesta alga foi observada elevada riqueza de espécies, sendo identificadas sete espécies de Ophiuroidea associadas a *D. cervicornis* quando comparado com os demais fitais estudados.

O talo da *C. racemosa* é constituído por râmulos subglobulares em torno de ramos cilíndricos principais (LITTLER *et al.* 1989). Isto permite uma menor quantidade de espaços intersticiais nesta alga, possivelmente resultando em uma menor retenção de água quando emersa durante as marés baixas. Quando comparada com as demais algas analisadas, as quais possuem talos ramificados, *C. racemosa* apresentou menor abundância e riqueza de espécies ao longo dos períodos estudados, embora tenha sido observado o maior índice de diversidade e de equitatividade em apenas um dos períodos analisados, devido à menor disparidade na porcentagem de ocorrência das espécies.

A correlação entre o peso seco das algas-substrato e a abundância de espécies foi considerada positiva para as três algas estudadas. Isto pode significar que em termos de substrato, a preferência relacionada à abundância das espécies de Ophiuroidea varia conforme a complexidade morfológica de cada alga, como demonstrado por HACKER & STENECK (1990).

As espécies que foram abundantes e apresentaram pequeno tamanho como *O. savignyi* e *A. squamata*, também segundo HENDLER *et al.* (1995) ocorrem comumente associados a algas, gramíneas e invertebrados sésseis como esponjas e corais. Este fato foi corroborado por PARESQUE (2008) que considerou

o aumento no número de indivíduos de pequenas dimensões diretamente proporcional aos espaços intersticiais entre os filamentos das algas. Entretanto, entre as espécies consideradas raras neste estudo, como *O. appressum* e *O. angulata*, quando presentes, os indivíduos apresentaram tamanhos inferiores aos descritos na literatura (HENDLER *et al.* 1995), o que pode caracterizar os fitas analisados como possíveis locais de recrutamento e crescimento, uma vez que estas duas espécies habitam em geral cascalho, rocha e outros substratos consolidados (TURON *et al.* 2000).

No presente estudo os três fitais apresentaram diferenças na riqueza de espécies, para a abundância, a equitatividade e a diversidade. Segundo GEE & WARWICK (1994), quanto mais complexa a alga, maior será a riqueza de espécies e a abundância da fauna associada. Porém, para MCABENDROTH *et al.* (2005) não há relação entre a complexidade da estrutura da alga-substrato e a riqueza de espécies, sendo esta característica diretamente proporcional à biomassa de macroinvertebrados suportada pelo referido habitat. Em geral, as algas-substrato fornecem nichos ecológicos para colonização e proteção contra predação, sendo a complexidade das algas uma característica muito importante, por agregar um grande potencial para retenção de água durante os períodos de emersão nas marés baixas de sizígia, ideal para sobrevivência da fauna de invertebrados marinhos na zona entremarés (HOOPER & DAVENPORT 2006).

A palatabilidade existente em algumas algas também é importante para a fauna associada, como exemplo o talo calcificado da *A. fragilissima* que pode ser considerado uma defesa antiherbivoria (PADILLA 1989). Como característica das espécies do gênero *Dictyota*, os diterpenos que são produzidos por estas algas apresentam também função antiherbivoria (TEIXEIRA *et al.* 1991). As algas pertencentes ao gênero *Caulerpa* possuem defesa química a partir de uma substância chamada de caulerpina (ERICKSON *et al.* 2006). Estas defesas naturais providas pelas referidas algas tornaram as três macroalgas analisadas no presente trabalho interessantes substratos, as quais proporcionam refúgio necessário para reprodução e alimento, seja disponível junto ao sedimento retido entre os filamentos ou pela fauna de outros táxons associados que podem servir de alimento para os representantes da classe Ophiuroidea.

No presente trabalho, os valores mais elevados nas médias da riqueza de espécies, abundância, índice de diversidade e equitatividade da fauna de Ophiuroidea nos fitais estudados foram observados junto aos períodos de inverno na maioria dos anos analisados. Assim como, foi constatado através da ANOVA, diferenças entre os períodos de verão e inverno, exceto para equitatividade dos fitais *D. cervicornis* e *C. racemosa*. No entanto, FIGUEIREIDO *et al.* (2007) registraram ausência da variação temporal entre as espécies de Ophiuroidea associada à rodolitos nos bancos de Abrolhos, litoral sul do Estado da Bahia, isto provavelmente devido à reduzida disponibilidade de espaços na estrutura do substrato.

Para a espécie *A. squamata* foi constatada maior frequência na maioria dos períodos de inverno, quando comparados aos períodos de verão junto aos fitais *A. fragilissima* e *C. racemosa*. No entanto, segundo FELL (1946), *A. squamata* não possui sazonalidade reprodutiva. No litoral de Ubatuba, Estado de São Paulo, nas análises realizadas por BOFFI (1972) para *A. squamata* foi constatada também a ausência de época característica para a reprodução, devido à falta de periodicidade de indivíduos em estágio reprodutivo, cuja abundância desta espécie foi maior quando havia embriões nas bursas dos indivíduos. Por outro lado, segundo DEHEYN *et al.* (2000), a temperatura e o fotoperíodo influenciam a atividade bioluminescente desta espécie que por sua vez direciona sua biologia, incluindo a reprodução, havendo conseqüentemente variação ao longo do ano na época reprodutiva de *A. squamata*.

*O. lymani* foi observada também com maior ocorrência nos períodos de inverno associado aos três fitais estudados, incluindo a presença de muitos exemplares com características reprodutivas assexuadas. Esta forma de reprodução alternativa pode estar diretamente relacionada com a reduzida disponibilidade de alimentos no inverno, quando ocorre baixa de salinidade decorrente das chuvas, acarretando a ausência de maturação das gônadas. Esta espécie foi observada por BOFFI (1972) com maiores densidades e frequências de indivíduos, tanto no mês de Julho quanto em Dezembro, correspondentes as estações de inverno e verão na região sudeste do Brasil, sendo este fato atribuído à reprodução assexuada dos indivíduos.

Neste estudo, *O. savignyi* foi observada com maior freqüência nos períodos de verão em relação aos períodos de inverno para os três fitais analisados, sugerindo maiores ocorrências nos meses com maiores temperaturas e salinidade. A diferença da abundância de Ophiuroidea entre as estações do ano também foi analisada por MCGOVERN (2002) que observou maior quantidade de indivíduos de *O. savignyi* com fissiparidade no final do outono e no inverno, entretanto, nas estações da primavera e verão, foram observado menos exemplares fissíparos, sendo que a maioria dos indivíduos apresentavam início de maturidade sexual, podendo esta adaptação temporal do período reprodutivo desta espécie estar relacionada com a freqüência dos indivíduos durante as estações do ano. Esta constatação corrobora a afirmativa do parágrafo anterior, onde o número de exemplares com fissiparidade foi maior nos períodos de inverno, tanto para *O. savignyi* quanto para *O. lymani* junto aos três fitais analisados. Desta forma, foi demonstrada a importância da reprodução assexuada por fissiparidade para a manutenção destas espécies de Ophiuroidea quando em condições ambientais pouco favoráveis, as quais ocorrem nos meses chuvosos, correspondentes ao período de inverno, ao longo da costa da região nordeste do Brasil.

## VII. CONCLUSÕES

- A ocorrência de *Amphipholis squamata*, *Ophiactis savignyi*, *Ophiactis lymani*, *Ophiactis brasiliensis* e *Ophiocomella ophiactoides* junto aos fitais estudados demonstrou a importância das macroalgas nos ecossistemas recifais brasileiros como habitats preferenciais destas espécies de Ophiuroidea.
- *Amphipholis squamata* foi observada como a mais abundante nos três fitais estudados, possivelmente por ser uma espécie hermafrodita, somada à sua forma vivípara característica de reprodução sexuada e por incubar os embriões.
- *Ophiactis savignyi* ocorreu como o segundo táxon mais abundante nos três fitais analisados, podendo este fato estar relacionado com o modo alternativo de reprodução assexuada por meio da fissiparidade, típico desta espécie, cuja mesma estratégia reprodutiva também foi observada para *Ophiocomella ophiactoides*, *Ophiactis brasiliensis* e *Ophiactis lymani*, devido à presença de indivíduos encontrados em regeneração.
- Para *Ophioderma appressum* e *Ophiothrix angulata*, os fitais analisados podem ser considerados como possíveis locais de recrutamento e crescimento, pois os exemplares encontrados foram considerados jovens em função dos tamanhos reduzidos que apresentaram.
- A maior riqueza de espécies e abundância para os representantes da classe Ophiuroidea, considerando as espécies dominantes, foram constatadas junto ao fital *Amphiroa fragilissima*, seguida dos fitais *Dictyota cervicornis* e *Caulerpa racemosa*, respectivamente, estando provavelmente este fato relacionado às diferenças morfológicas e a maior densidade dos talos das algas-substrato que favorecem a maior concentração de organismos.

- Com relação à distribuição temporal, a riqueza de espécies e a abundância dos representantes da classe Ophiuroidea encontrados nos fitais analisados os maiores valores ocorreram na maioria dos períodos de inverno (chuvoso), quando comparados aos respectivos períodos de verão (seco) ao longo dos 10 anos analisados, sendo *O. savignyi* e *A. squamata* as espécies que mais influenciaram.
- A estratégia reprodutiva com base na reprodução assexuada por fissiparidade de algumas espécies de Ophiuroidea, a qual promoveu o aumento no número de exemplares nos fitais analisados, pode estar diretamente relacionada com a pouca disponibilidade de alimentos e baixa de salinidade que ocorrem nos períodos de inverno decorrente das chuvas, acarretando a redução da maturação das gônadas.

## VIII. REFERÊNCIAS

- ABSALÃO, R.S. & C.L.C. MANSO. 1990. Influência da convergência subtropical na fauna de ofiuróides da costa sul do Brasil. **Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira 1**: 215-223.
- ALBUQUERQUE, M.N. 1986. **Ophiuroidea Gray, 1840 (Echinodermata) da plataforma continental do norte e nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo. 393p.
- ALVES, M.S. 1991. **Macrofauna do fital *Halodule wrightii* Aschers, (Angiospermae – Potamogetonacea) da Praia de Jaguaribe, Ilha de Itamaracá – PE, Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco, 315p.
- ALVES, O.F.S. & W.R.P. CERQUEIRA. 2000. Echinodermata das praias de Salvador (Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia 17** (2): 543–553.
- BOFFI, E. 1972. Ecological aspects of ophiuroids from the phytal of S.W. Atlantic Ocean warm waters. **Marine Biology 15**: 316-328.
- BORBA, A.G.A.JR. 2004. **Análise dos conteúdos estomacais de duas espécies de Echinoidea (Echinodermata) do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 32p.
- BORGES, M. & A.C.Z. AMARAL. 2007. Ophiuroidea (Echinodermata): quatro novas ocorrências para o Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 24** (4): 855–864.
- BORGES, M.; A.M.G. MONTEIRO & A.C.Z. AMARAL. 2002. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the continental shelf and slope of the southern and southeastern Brazilian Coast. **Biota Neotropica 2** (2): 1:- 69.

- BOSTRÖM, C. & E. BONSDORFF. 2000. Zoobenthic community establishment and habitat complexity — the importance of seagrass shoot-density, morphology and physical disturbance for faunal recruitment. **Marine Ecology Progress Series** **205**: 123–138.
- BRAYNER, S., S.M.B. PEREIRA & M.E. BANDEIRA-PEDROSA. 2008. Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales - Chlorophyta) na costa de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **22** (4): 914-928.
- CARVALHO, A.C.S., E. MELO & G.A. CASTRO. 2000. Composição quali-quantitativa dos ofiuróides dos fitais *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh, 1872; *Codium isthmocladium* Vickers, 1905; *Galaxaura oblongata* (Ellis et Sollander) Lamouroux, 1812 e *Halimeda tuna* (Ellis et Sollander) Lamouroux, 1812 da praia Maria Neném (Piúma – ES). **Revista da Faculdade de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Médicas e Biológicas** **2** (3): 331–339.
- CASTRO, C.C.Q. 2005. **Anelídeos poliquetas (Amphinomida, Eunicida, Phyllodocida, Sabellida e Terebellida) de fitais do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 77p.
- CEDRO, V.R. 2006. **Fauna de poríferos do ecossistema recifal da Jatiúca, Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 64p.
- CEDRO, V.R., E. HAJDU, H.H. SOVIERZOSKI & M.D. CORREIA. 2007. Demospongiae (Porifera) of the shallow coral reefs of Maceió, Alagoas State, Brazil. p. 233-2337. *In: Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability*. Rio de Janeiro, Museu Nacional/UFRJ, Série Livros 28, 684p.

- CHAO, S.M & C.C. TSAI. 1995. Reproduction and population dynamics of the fissiparous brittle star *Ophiactis savignyi* (Echinodermata: Ophiuroidea). **Marine Biology** **124**: 77–83.
- CHAVARRO, B.S.; S. ZEA, & J.M. DÍAZ. 2004. Esponjas e otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). **Boletim de Investigaciones Marinas y Costeras** **33**: 29-47.
- CHEMELLO, R. & M. MILAZZO. 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. **Marine Biology** **140**: 981–990.
- COELHO-FILHO, P.A.; M. RAMOS-PORTO; T.C.A. FREITAS & V.A.K. ALMEIDA. 2009. Abundância e biomassa da macrofauna bêntica na plataforma continental externa e bancos oceânicos do nordeste do Brasil no âmbito do Programa REVIZEE. p. 195-234. *In*: HAZIN, F.H.V. Programa REVIZEE - Score Nordeste. Volume 2, 234p.
- CONNEL, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science** **199**: 1302–1310.
- CORREIA, M.D. 1997. **Distribuição espacial dos organismos macrobentônicos no Recife de Coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 194p.
- CORREIA, M.D. 2011. Scleractinian corals (Cnidaria: Anthozoa) from reef ecosystems on the Alagoas coast, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **91** (03): 659-668.
- CORREIA, M.D. & H.H. SOVIERZOSKI. 2009. **Ecosystemas Costeiros de Alagoas – Brasil**. Rio de Janeiro, Technical Books Editora, 142p.

- CORREIA, M.D. & H.H. SOVIERZOSKI. 2010. Macrobenthic diversity reaction to human impacts on Maceió coral reefs, Alagoas, Brazil. **International Society for Reef Studies. (Org.). Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium 23: 1083-1087.**
- COSTA, M.A.J. 2006. **O fital como instrumento gerador de parâmetros indicadores da influência do turismo em ambientes recifais.** Tese (Doutorado), Universidade Federal da Paraíba, 87p.
- D.N.H. 1987. **Carta Náutica nº901.** Ministério da Marinha, Rio de Janeiro. Escala 1:80000.
- DEHEYN, D., J. MALLEFET & M. JANGOUX. 2000. Evidence of seasonal variation in bioluminescence of *Amphipholis squamata* (Ophiuroidea, Echinodermata): effects of environmental factors. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology 245: 245-264.**
- DUBIASKI-SILVA, J. & S. MASUNARI. 1998. Ecologia populacional dos Amphipoda (Crustacea) dos fitais de Caiobá, Matinhos, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 12 (2): 373-396.**
- DUTRA, R.R.C. 1985. **A fauna vágil do fital *Pterocladia capillacea* (Gmelin) Bornet & Thuret (Rhodophyta Gelidiaceae) da Ilha do Mel, Paranaguá, Paraná.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná. 115p.
- ERICKSON, A.A.; J.P. VALERIE; K.L. VAN ALSTYNE & L.M. KWIATKOWSKI. 2006. Palatability of Macroalgae that Use Different Types of Chemical Defenses. **Journal of Chemical Ecology 32: 1883–1895.**

- FELL, H.B. 1946. The embryology of the viviparous ophiuroid *Amphipholis squamata* Delle Chiaje. **Transactions of the Royal Society of New Zealand** **75**: 419-464.
- FELL, H.B. 1949. The constitution and relations of the New Zealand echinoderm fauna. **Victoria University College** **75**: 208-212.
- FIGUEIREDO, M.A.O.; K.S. MENEZES; E.M. COSTA-PAIVA; P.C. PAIVA & C.R.R. VENTURA. 2007. Evaluación experimental de rodolitos como sustratos vivos para la infauna en el Banco de Abrolhos, Brasil. **Ciencias Marinas** **33** (4): 427–440.
- FORBES, E. 1841. **A history of British starfishes, and other animals of the class Echinodermata**. London, John Van Voorst, xx + 267 p.
- GARCÍA, R.V.; M.A. PÉREZ; R. RODRIGUEZ; F.A. SOLÍS-MARÍN; A. LAGUARDA-FIGUEIRAS & A.L.D. GONZÁLEZ. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del occidente Del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. **Revista de Biología Tropical** **56** (3): 19–35.
- GARCIA, T.M.; H. MATTHEWS-CASCON & W. FRANKLIN-JUNIOR. 2009. Macrofauna associated with the branching fire coral *Millepora alcicornis* (Cnidaria: Hydrozoa). **Brazilian Journal of Oceanography** **57** (2): 153-155.
- GEE, J.M. & R.M. WARWICK. 1994. Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. **Marine Ecology Progress Series** **103**: 141–150.
- GONDIM, A.I.; P. LACOUTH; C. ALONSO & C.L.C. MANSO. 2008. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropica** **8** (2): 151–159.

- GONDIM, A.I.; C. ALONSO & C.L.C. MANSO. 2010. First Record of *Ophionereis dolabriformis* (Echinodermata: Ophiuroidea: Ophiunereididae) for the Brazilian coast. **Marine Biodiversity Records** **3**: 1–4.
- HACKER, S.D. & R.S. STENECK. 1990. Habitat architecture and the abundance and body-size-dependent habitat selection of a phytal amphipod. **Ecology** **71** (6): 2269-2285.
- HADEL, V.F.; A.M.G. MONTEIRO; A.S.F. DITADI; C.G. TIAGO & L.R. TOMMASI. 1999. Filo Echinodermata, **3**: 259-271 *In*: MIGOTTO, A.E. & C.G. TIAGO. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil – Invertebrados Marinhos**. São Paulo, FAPESP, 310p.
- HENDLER, G. 1988. Western atlantic *Ophiolepis* (Echinodermata: Ophiuroidea): a description of *O. pawsoni* new species, and a key to the species. **Bulletin of Marine Science** **42** (2): 265-272.
- HENDLER, G.; D.L. PAWSON. 2000. **Echinoderms of the Rhomboidal Cays, Belize: Biodiversity, distribution, and ecology**. Atoll Research Bulletin, Washington DC, Smithsonian Institution Press, 299p.
- HENDLER, G.; J.E. MILLER; D.L. PAWSON & P.M. KIER. 1995. **Echinoderms of Florida and Caribbean: Sea Stars, Sea Urchins and allies**. Washington DC, Smithsonian Institution Press, 390p.
- HOLMLUND, M.B.; C.H. PETERSON & M.E. HAY. 1990. Does algal morphology affect amphipod susceptibility to fish predation? **Journal Experimental Marine Biology and Ecology** **139**: 65-83.

- HOOKEER, Y.; F.A. SOLÍS-MARÍN & M. LLEELLISH. 2005. Equinodermos de las Islas Lobos de Afuera (Lambayeque, Perú) Echinoderms from Lobos de Afuera islands (Lambayeque, Perú). **Revista peruana biología** **12** (1): 77-82.
- HOOPER, G.J. & J. DAVENPORT. 2006. Epifaunal composition and fractal dimensions of intertidal marine macroalgae in relation to emersion. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **86**: 1297–1304.
- HUGHES, T.P. 1989. Community structure and diversity of coral reefs: The role of history. **Ecology** **70** (1): 275–279.
- HUSTON, M.A. 1985. Patterns of species diversity on coral reefs. **Annual Review of Ecology and Systematics** **16**: 149–177.
- JACOBUCCI, G.B. & F.P.P. LEITE. 2002. Distribuição vertical e flutuação sazonal da macrofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, na praia do Lázaro, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **19** (1): 87-100.
- JACOBUCCI, G.B.; A.Z. GÜTH; A. TURRA; C.A. MAGALHÃES; M.R. DENADAI; A.M.R. CHAVES & E.C.F. SOUZA. 2006. Levantamento da macrofauna associada a *Sargassum* spp. na ilha da Queimada Pequena, Estação Ecológica dos Tupiniquins, litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica** **6** (2): 1 - 8.
- KELAHER, B.P. 2002. Influence of physical characteristics of coralline turf on associated macrofaunal assemblages. **Marine Ecology Progress Series** **232**: 141-148.
- KELAHER, B.P. 2003. Changes in habitat complexity negatively affect diverse gastropod assemblages in coralline algal turf. **Oecologia** **135**: 431–441.

- KOSTYLEV, V.E.; J. ERLANDSSON; M.Y. MING & G.A. WILLIAMS. 2005. The relative importance of habitat complexity and surface area in assessing biodiversity: Fractal application on rocky shores. **Ecological Complexity 2**: 272–286.
- LAGUARDA-FIGUERAS, A.; F.A. SOLÍS-MARÍN; A. DURÁN-GONZÁLEZ; C.G. AHEARN; B.E.B. SÁNCHEZ & J. TORRES-VEGA. 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. **Revista de Biología Tropical 53** (3): 109–122.
- LARA-ISASSI, G.D.; S. ALVAREZ-HERNÁNDEZ & L. COLLADO-VIDES. 2000. Ichthyotoxic activity of extracts from Mexican marine macroalgae. **Journal of Applied Phycology 12**: 45–52.
- LAWRENCE J.M. & J. HERRERA. 2000. Stress and deviant reproduction in echinoderms. **Zoological Studies 39** (3): 151–171.
- LIMA, I.C.C. 2008. **Terebelidae (Annelida, Polychaeta) associados ao Emissário Submarino de Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 32p.
- LIMA, M.L.F. 2008. **Ophiuroidea associados aos fitais do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil**. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, 33p.
- LIMA, E.J.B. & M.L.B. FERNANDES. 2009. Diversidade de equinodermos (Echinodermata) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências 11** (1): 55–63.
- LIMA-VERDE, J.C. 1969. Primeira contribuição ao inventário dos equinodermas do nordeste brasileiro. **Arquivo Ciência Marinha 9** (1): 9-13.

- LIRA A.K.F.; N. JEAN-PHILIPPE; P.B. GOMES; A.M. SANTOS & C.D. PEREZ. 2009. Trophic ecology of the octocoral *Carijoa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatio-temporal variation of the diet. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **89** (1): 89–99.
- LITTLER, D.S.; M.M. LITTLER; K.E. BUCHER & J.N. NORRIS. 1989. **Marine Plants of the Caribbean – A field guide from Florida to Brazil**. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press, 263p.
- LITTLER, D.S.; M.M. LITTLER & B.L. BROOKS. 2000. Checklist of marine algae and seagrasses from the Ponds of the Pelican Cays, Belize. **Atoll Research Bulletin** **474**: 151 – 206.
- MACAYA, E.C. & M. THIEL. 2008. In situ tests on inducible defenses in *Dictyota kunthii* and *Macrocystis integrifolia* (Phaeophyceae) from the Chilean coast. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** **354**: 28–38.
- MAGALHÃES, W.F.; L.R. MARTINS & O.F.S. ALVES. 2005. Inventário dos Echinodermata do Estado da Bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology** **9** (1): 59–63.
- MAJER, A.P.; J.R. TRIGO & L.F.L. DUARTE. 2009. Evidence of an alarm signal in Ophiuroidea (Echinodermata). **Marine Biodiversity Records** **2**: 1-7. doi: 10.1017/S1755267209001067.
- MANSO, C.L.C. 1988. Uma nova espécie de *Ophiactis* (Echinodermata: Stellerioidea) da costa sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **48** (2): 375 – 379.
- MANSO, C.L.C. 1989. Os Echinodermata da plataforma continental interna entre Cabo Frio e Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **49** (2): 355–359.

- MANSO, C.L.C. 1991. **Ophiuroidea (Echinodermata) da região Sul-Sudeste do Brasil coletados durante as operações do N/Oc. “Almirante Saldanha”**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, 63p.
- MANSO, C.L.C.; O.F.S. ALVES & L.R. MARTINS. 2008. Echinodermata da Baía de Todos os Santos e Baía de Aratu (Bahia, Brasil). **Biota Neotropica** **8**, 179–196.
- MARTÍNEZ, S. 2008. Shallow water Asteroidea and Ophiuroidea of Uruguay: composition and biogeography. **Revista de Biología Tropical** **56** (3): 205–214.
- MARTIN-SMITH, K.M. 1994. Short-term dynamics of tropical macroalgal epifauna: patterns and processes in recolonisation in *Sargassum fissilioum*. **Marine Ecology Progress Series** **110**: 177–185.
- MASUNARI, S. 1988. A associação entre *Crepidula aculeata* (Gastropoda, Calyptraeidae) a alga calcárea *Amphiroa beauvoisii*, na baía de Santos, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **5** (2): 293-310.
- MÁXIMO, M.O. 2007. **Nereididae (Annelida, Polychaeta) associados a diferentes fitais do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 55p.
- MCABENDROTH, L.; P.M. RAMSAY; A. FOGGO; S.D. RUNDLE & D.T. BILTON. 2005. Does macrophyte fractal complexity drive invertebrate diversity, biomass and body size distributions? **Oikos** **111**: 279 – 290.
- MCGOVERN, T.M. 2002. Patterns of sexual and asexual reproduction in the brittle star *Ophiactis savignyi* in the Florida Keys. **Marine Ecology Progress Series** **230**: 119–126.

- McGOVERN, T.M. 2003. Plastic reproductive strategies in a clonal marine invertebrate. **The Royal Society 270**: 2517–2522.
- MIKKELSEN P.M. & J. CRACRAFT. 2001. Marine biodiversity and the need for systematic inventories. **Bulletin Marine Science 69** (2): 525–534.
- MIRANDA, A.L.S. 2009. **Holothuroidea (Echinodermata) dos ecossistemas recifais do litoral urbano de Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 43p.
- MLADENOV, P.V. & R.H. EMSON. 1984. Divide and broadcast: sexual reproduction in the West Indian brittle star *Ophiocomella ophiactoides* and its relationship to fissiparity. **Marine Biology 81**: 273-282.
- MLADENOV, P.V. & R.H. EMSON. 1988. Density, size structure and reproductive characteristics of fissiparous brittle stars in algae and sponges: evidence for interpopulational variation in levels of sexual and asexual reproduction. **Marine Ecology Progress Series 42**: 181-194.
- MLADENOV, P.V.; R.H. EMSON & L.V. COLPIT. 1983. Asexual reproduction in the west indian brittle star *Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark) (Echinodermata: Ophiuroidea). **Journal of Marine Biology and Ecology 72**: 1 – 23.
- MONTEIRO, A.M.C. 1987. **Ophiuroidea (Echinodermata) da região de Ubatuba (SP) – Aspectos Morfológicos e Ecológicos**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 166p.
- MUKAI, H. 1971. The phytal animals on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuations. **Marine Biology 8**: 170-182.

- NETTO, L.F.; V.F. HADEL & C.G. TIAGO. 2005. Echinodermata from São Sebastião Channel (São Paulo, Brazil). **Revista de Biología Tropical** **53** (3): 207–218.
- NEVES, B.M.; E.J.B. LIMA & C.D. PÉREZ. 2007. Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) associated with the octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria: Anthozoa) from the littoral of Pernambuco, Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** **87**: 1263–1267.
- NUNES, J.M.C. & E.J. PAULA. 2001. O Género *Dictyota* Lamouroux (Dictyotaceae - Phaeophyta) no litoral do Estado da Bahia, Brasil. **Acta Botanica Malacitana** **26**: 5–18.
- OLIVEIRA, C.R.F; C.H.C. MATOS & C.M.C. ROCHA. 2003. Microgastrópodes Caecidae associados às macroalgas *Padina gymnospora* (Kuetzing) Sonder e a *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux na praia de Candeias (Jaboatão, Guararapes, PE). **Revista Brasileira de Zoociências** **5** (2): 213-223.
- OLIVEIRA, E.C.JR. 2007. **Syllidae Grube, 1850 (Polychaeta: Phyllodocida: Nereidiformia) associados à *Amphimedon viridis* Duchassaing & Michelotti, 1864 (Porifera: Demospongiae) no recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas.** Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 33p.
- PADILLA, D.K. 1989. Algal structural defenses: Form and calcification in resistance to tropical limpets. **Ecology** **70** (4): 835–842.
- PARESQUE, K. 2008. **Influência das características do hábitat na comunidade macrobentônica associada a diferentes fitais no entre-marés da Ilha do Boi, Vitória, Espírito Santo.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Espírito Santo, 37p.

- PARKER, J.D.; J.E. DUFFY & R.J. ORTH. 2001. Plant species diversity and composition: experimental effects on marine epifaunal assemblages. **Marine Ecology Progress Series 224**: 55-67.
- PAWSON, D.L. 1978. **The echinoderm fauna of Ascension Island, South Atlantic Ocean**. Washington, D. C., Smithsonian Institution Press, 31p.
- PAWSON, D.L. 2007. Phylum Echinodermata. **Zootaxa 1168**: 749–764.
- PEREIRA, R.C.; D.N. CAVALCANTI & V.L. TEIXEIRA. 2000. Effects of secondary metabolites from the tropical Brazilian brown alga *Dictyota menstrualis* on the amphipod *Parhyale hawaiiensis*. **Marine Ecology Progress Series 205**: 95–100.
- POMORY, C.M. 2007. Key to the common shallow-water brittle-stars (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. **Caribbean Journal of Science 10**: 1 -42.
- POULIN, E.; F. MIREIA; J.P. FÉRAL; L. CORNUDELLA & V. ALVÀ. 1999. Selfing and outcrossing in the brood protecting ophiuroid *Amphipholis squamata*. In: CARNEVALI, C. & F. BONASORO (eds). **Echinoderm Research**. Rotterdam, A.A. Balkema, 147–150p.
- REMANE, A. 1933. Verteilung und organisation der benthonischen mikrofauna der Kieler Bucht. **Wissenschaftliche Meeresunters 21**: 161–221.
- SANTOS, C.G. & M.D. CORREIA. 1994. Fitais do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal Rural de Pernambuco 23**: 79-89.

- SANTOS, C.G. & M.D. CORREIA. 1995. Fauna associada ao fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (Chlorophyta) do recife da Ponta Verde, Maceió - Alagoas. **Revista Brasileira de Zoologia** 12 (2): 263-271.
- SANTOS, C.G. & M.D. CORREIA. 2001. Composição quali-quantitativa do fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) (Chlorophyta) do recife de coral da Pajuçara, Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências** 3 (1): 93-104.
- SANTOS, S.M. 2008. **Fauna associada aos agregados de *Phragmatomopa caudata* (Kroyer, 1856) (Polychaeta, Sabellariidae) de Riacho Doce, Maceió, Alagoas.** Monografia (Especialização), Universidade Federal de Alagoas, 45p
- SARMENTO, F. 2001. **Fauna de Poríferos do Recife de Coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas.** Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 69p.
- SARMENTO, F. & M.D. CORREIA. 2002. Visão ecológica dos Poríferos relacionada com as características morfológicas externas no recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira Zoociências** 4 (2): 215-226.
- SILVA, I.C.G. 2002. **Fauna de echinodermas do recife de coral da Ponta Verde, Maceió, Alagoas.** Monografia de graduação. Universidade Federal de Alagoas. 34p.
- SOVIERZOSKI, H.H. 2000. **Anelídeos Poliquetas do litoral de Alagoas, Brasil.** Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 135p.
- SOVIERZOSKI, H.H. & M.D. CORREIA. 1995a. Fauna marinha e Estuarina. p.74-109. *In:* **Guia do Meio Ambiente - Litoral de Alagoas.** 3<sup>a</sup> ed. IMA/GTZ/FAPEAL, Maceió, 184p.

- SOVIERZOSKI, H.H. & M.D. CORREIA. 1995b. Recifes. *In: Guia do Meio Ambiente - Litoral de Alagoas*. 3<sup>a</sup> ed. IMA/GTZ/FAPEAL, Maceió, 184p.
- STANDARD METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTERWATER. 1992. New York, Apha-Awwa, 18<sup>a</sup> ed., 258p.
- TARARAM, A.S. & Y. WAKABARA. 1981. The mobile fauna – especially Gammaridea – of *Sargassum cymosum*. **Marine Ecology Progress Series 5**: 157-163.
- TEIXEIRA, V.L.; A. KELECOM & O.R. GOTTLIEB. 1991. Produtos naturais de algas marinhas. **Química Nova 14** (2): 83–90.
- THOMAS, L.P. 1964. *Amphiodia atra* (Stimpson) and *Ophionema intricata* lutken, additions to the shallow water amphiuroid brittlestar fauna of Florida (Echinodermata: Ophiuroidea). **Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean 14** (1): 158–167.
- THOMAS, L.P. 1966. Revision of the tropical American species of *Amphipholis* (Echinodermata: Ophiuroidea). **Bulletin of Marine Science 16** (4): 827–833.
- THOMAS, L.P. 1973. Western Atlantic brittlestars of the genus *Oprionereis*. **Bulletin of Marine Science 23** (3): 585–599.
- TOMMASI, L.R. 1970. Os ofiuróides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. **Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica 20**: 1-16.
- TOMMASI, L.R. 1985. Equinodermes da região da Ilha Vitória (SP). **Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo 13**: 1-5.

- TOMMASI, L.R. 1999. **Echinodermata marinhos registrados no litoral brasileiro, recentes e fósseis do Brasil**. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/zoologia/echinodermata/124pp>. [Acessado em 12.IV.2007].
- TOYOHARA, T.; M. NAKAOKA & K. AIOI. 1999. Population Dynamics and Reproductive Traits of Phytal Gastropods in Seagrass Bed in Otsuchi Bay, North-Eastern Japan. **Marine Biology** 20 (3-4): 273-289.
- TRAUTMAN, D.A.; R. HINDE & M.A. BOROWITZKA. 2000. Population dynamics of an association between a coral reef sponge and a red macroalga. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 244: 87–105.
- TURON, X.; M. CODINA; I. TARJUELO; M.J. URIZ & M.A. BECERRO. 2000. Mass recruitment of *Ophiothrix fragilis* (Ophiuroidea) on sponges: settlement patterns and post-settlement dynamics. **Marine Ecology Progress Series** 200: 201–212.
- VERRILL, A.E. 1868. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College; 4 - Notice of coral and echinoderms collected by Prof. C. F. Hartt at the Abrolhos Reefs province of Bahia, Brazil. **Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science** 1: 351-371.
- VIEIRA, L.M. 2005. **Briozoários da região entremarés dos recifes de coral da Ponta Verde e da Jatiúca, Maceió, Alagoas**. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Alagoas, 42p.
- VIEIRA, L.M. 2008. **Sistemática e Distribuição dos Briozoários Marinhos do Litoral de Maceió, Alagoas**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 195p.

- VIEIRA L.M., D.P. GORDON & M.D. CORREIA. 2007. First record of a living Ditaxiporine Catenicellid in the Atlantic, with a description of *Vasignyella oviceolata* n. sp. (Bryozoa). **Zootaxa 1582**: 49-58.
- VIEIRA, L.M., A.E. MIGOTTO & J.E. WINSTON. 2008. Synopsis and annotated checklist of recent marine Bryozoa from Brazil. **Zootaxa 1810**: 1-39.
- VIEIRA, L.M., A.E. MIGOTTO & J.E. WINSTON. 2010. *Marcusadoreia*, a new genus of lepralioid bryozoan from warm waters. **Zootaxa 2348**: 57-68.
- WILLIAMSON, J.E. & R.T. CREESE. 1996. Small invertebrates inhabiting the crustose alga *Pseudolithoderma* sp. (Ralfsiaceae) in northern New Zealand. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 30**: 221-232.