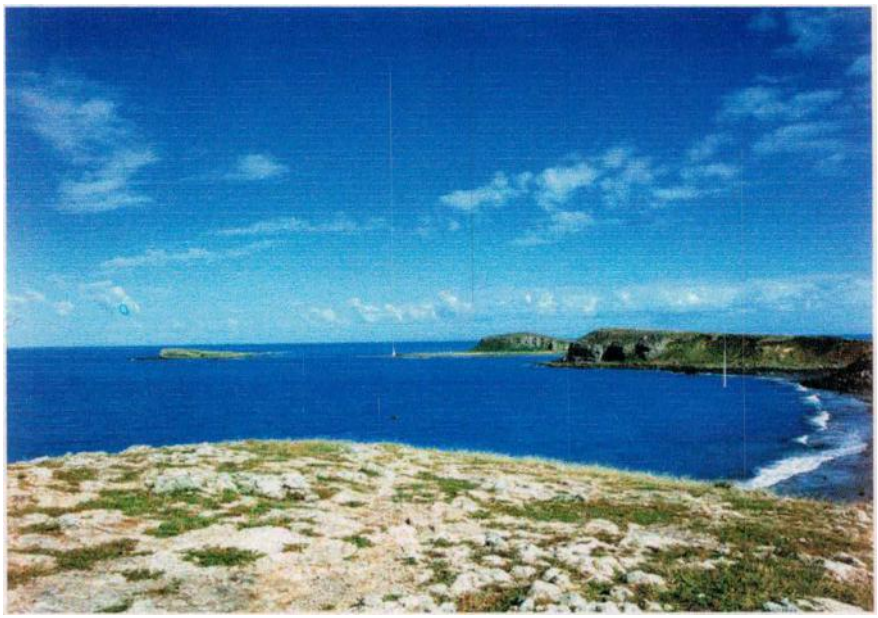
BÁRBARA SEGAL RAMOS

COMUNIDADES RECIFAIS DO ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS, BA, COM ÊNFASE EM CORAIS (CNIDARIA : SCLERACTINIA E MILLEPORIDAE): ASPECTOS METODOLÓGICOS E COMPARAÇÕES ENTRE LOCAIS



Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia

Rio de Janeiro
1998

BÁRBARA SEGAL RAMOS

COMUNIDADES RECIFAIS DO ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS, BA, COM ÊNFASE EM CORAIS (CNIDARIA : SCLERACTINIA E MILLEPORIDAE): ASPECTOS METODOLÓGICOS E COMPARAÇÕES ENTRE LOCAIS

Banca Examinadora:

Prof. Paulo Secchin Young
(Presidente da Banca)

Prof. Paulo Cesar de Paiva

Prof. Joel Creed

Rio de Janeiro, 28 de agosto de 1998

Trabalho realizado no Setor de Celenterologia, Departamento de Invertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador:

Dr. Clovis Barreira e Castro

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Museu Nacional

Departamento de Invertebrados

FICHA CATALOGRÁFICA

SEGAL-RAMOS, BÁRBARA

COMUNIDADES RECIFAIS DO ARQUIPÉLAGO DOS ABROLHOS, BA, COM ÊNFASE EM CORAIS (CNIDARIA : SCLERACTINIA E MILLEPORIDAE): ASPECTOS METODOLÓGICOS E COMPARAÇÕES ENTRE LOCAIS.

Rio de Janeiro. UFRJ, Museu Nacional, 1998.

i-xii, 1-97 pp.

Tese: Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

1. Corais 2. Comunidades 3. Abrolhos

I – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Museu Nacional

II - Teses

Para os meus pais Mari e Joaquim e

meus tios Ana e Heleno.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Clovis B. Castro pela dedicação, amizade e exemplo profissional.

Aos Drs. Joseph H. Connel (University of California, Santa Barbara), Donald Potts (University of California em Santa Cruz), Sérgio Rosso (Departamento de Ecologia - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo) e Paulo C. de Paiva (Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro), por sugestões e comentários sobre a metodologia.

À Fundação O Boticário de Proteção à Natureza por apoio financeiro a projeto desenvolvido no Arquipélago dos Abrolhos.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), Fundação José Bonifácio (FUJB), Conselho de Ensino para Graduados e Pesquisa (CEPEG) e Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), por apoio financeiro ao Setor de Celenterologia e bolsas ao longo do curso de Pós-graduação.

Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e Abrolhos Turismo pelo apoio logístico à realização deste trabalho.

À Diretoria de Ecossistemas (DIREC/IBAMA) pela autorização de coleta no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.

A Carlos Alejandro, Cláudio Ratto, Emiliano e Mônica, pela fundamental ajuda durante o período de coletas. A Fábio Pitombo pela ajuda na localização dos pontos e em parte da coleta.

Ao "Seu Zé" pelo empenho e boa vontade durante as idas e vindas entre Rio e Caravelas.

A Ulysses e Sandra pela hospedagem e apoio durante as excursões a campo.

Ao Batata e Marcos pela valiosa ajuda com as análises. A Marcelo e Varotto pelo

imenso auxílio com bibliografia, tabelas, figuras e toda a edição final.

Aos Drs. Joel Creed e Márcia Figueiredo pela identificação das algas

Aos docentes e funcionários da Coordenação de Pós-graduação em Zoologia do Museu Nacional/UFRJ

Aos companheiros do Setor de Celenterologia e demais companheiros do Museu Nacional, especialmente do Departamento de Invertebrados. À equipe da Biblioteca por toda a ajuda e boa vontade.

Aos residentes da Ilha de Santa Bárbara pela convivência agradável e pelo apoio durante as estadas no Arquipélago, em especial ao Bruninho.

A todos os amigos que me fizeram sentir em casa no Rio de Janeiro.

Aos amigos de Campinas, sempre presentes apesar da distância.

À Cláudia Magalhães pelo constante incentivo e exemplo durante toda a minha vida acadêmica

RESUMO

A quantificação das comunidades coralíneas em três locais do Arquipélago dos Abrolhos, BA (Face Norte e Portinho, na Ilha de Santa Bárbara, e Ilha Siriba), foi realizada através de transectos de interseção de linha e de quadrados. Para as cinco espécies mais frequentes ou abundantes (*Agaricia agaricites*, *Favia gravida*, *Mussismilia braziliensis*, *Porites branneri* e *Siderastrea stellata*) foram avaliados os tamanhos e inclinações de colônias, distâncias entre ponto aleatório e colônias e entre colônias. Ao se comparar os resultados obtidos por quadrados e transectos, não se detectou diferença entre eles quanto à representação das comunidades (contribuições de diferentes organismos para a cobertura da área). Entretanto, os transectos de interseção de linha detectaram um maior número de espécies, conferindo à amostra um maior poder de resolução do que o método de quadrados. Os organismos construtores dominantes em profundidades entre 1,9 e 4,0m são as algas calcáreas (12,3 a 19,5%) e o coral *M. braziliensis* (1,8 a 24,5%). Foram demonstradas diversas diferenças significativas entre os três locais amostrados e, no caso da Ilha Siriba, entre estações de um mesmo local. As principais diferenças bióticas observadas entre os três locais se referem a cobertura total de corais, estruturação da comunidade a diferentes profundidades, parâmetros de diversidade, tamanhos de colônias e distâncias entre pontos aleatórios e colônias. Sugere-se que alguns destes fatores se devam a diferenças físicas entre os ambientes.

ABSTRACT

The quantification of coral communities in three areas in the Abrolhos Archipelago (northern and southern inshore areas in Santa Bárbara Island, and Siriba Island) was performed using quadrats and intercept line transect methods. Colony size and inclination, the distances from random points to the nearest colony and between nearest colonies of the same species were evaluated for the five most frequent or abundant coral species (*Agaricia agaricites*, *Favia gravida*, *Mussismilia braziliensis*, *Porites branneri* e *Siderastrea stellata*). No differences were detected in the representation of the community (contributions of different organisms to coverage of an area) when the results of data from quadrats and transects were compared. However, intercept line transects detected more species, presenting higher resolution than quadrats. Dominant reef building organisms, between depths of 1.9 and 4.0 m, were calcareous algae (12.3 to 19.5%) and the coral *M. braziliensis* (1.8 to 24.5%). Several significant differences were found among the three surveyed areas and, in Siriba Island, between different stations of a single area. The main biotic differences among the three areas referred to total coral cover, influence of depth in community structure variation, diversity parameters, colony sizes, and distances from random points to colonies. It is suggested that some of these factors may be affected by physical differences among the three environments.

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS 6

2.1. Objetivos Gerais 6

2.2. Objetivos Específicos 6

3. ÁREA DE ESTUDOS 7

4. MATERIAL E MÉTODOS 11

4.1. Coleta de Dados no Campo 11

4.1.1. Transectos Contínuos de Interseções de Linha 12

4.1.2. Quadrados 13

4.1.3. Tamanho e Inclinação de Bases de Colônias, Distâncias de Pontos Aleatórios a Colônias e entre Colônias 13

4.2. Análises Preliminares 17

4.3. Comparação entre Métodos 19

4.4. Caracterização das Comunidades 20

4.5. Comparação entre Locais 21

5. RESULTADOS 22

5.1. Transectos Contínuos de Interseções de Linha 23

5.2. Quadrados 24

5.3. Análises Preliminares 26

5.4. Transectos de Interseções Pontuais de Linha 27

5.5. Comparação entre Métodos 29

5.6. Caracterização das Comunidades 30

5.7. Comparação entre Locais 53

6. DISCUSSÃO 67

6.1. Análises Preliminares e Comparação entre Métodos 67

6.2. Caracterização das Comunidades 72

6.3. Comparação entre Locais 77

7. CONCLUSÕES 84

8. REFERÊNCIAS 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1. Mapa da área de estudo de estudo 9

Fig.2. Regime de ventos 10

Fig. 3. Metodologia utilizada 15

Fig. 4. Instrumento para medir inclinação de colônias 16

Fig. 5. Gráfico de variação de cobertura em função de subamostragens – Face Norte 32

Fig. 6. Gráfico de variação de cobertura em função de subamostragens – Portinho 34

Fig. 7. Gráfico de variação de cobertura em função de subamostragens – Siriba 36

Fig. 8. Gráfico de variação do desvio padrão da cobertura em função de subamostragens – Face Norte 37

Fig. 9. Gráfico de variação do desvio padrão da cobertura em função de subamostragens – Portinho 39

Fig. 10. Gráfico de variação do desvio padrão da cobertura em função de subamostragens – Siriba 41

Fig. 11. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T1 - Portinho 42

Fig. 12. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T2 - Portinho 43

Fig. 13. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T3 - Portinho 44

Fig. 14. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T1 - Siriba 45

Fig. 15. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T2 - Siriba 46

Fig. 16. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T1 – Face Norte 47

Fig. 17. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T2 – Face Norte 48

Fig. 18. MDS com fragmentos de 1 m do transecto de T3 – Face Norte 49

Fig. 19. MDS com fragmentos de 5 m dos transectos da Face Norte 50

Fig. 20. MDS com fragmentos de 5 m dos transectos do Portinho 51

Fig. 21. MDS com fragmentos de 5 m dos transectos da Siriba 52

Fig. 22. MDS do conjunto de réplicas por estação dos três locais amostrados 58

Fig. 23. Abundância relativa de espécies de coral 59

Fig. 24. Percentuaal de cobertura total de corais em todas as estações 60

Fig. 25. Distâncias entre pontos aleatório e colônias – *Favia gravida* 61

Fig. 26. Distâncias entre pontos aleatório e colônias – *Mussismilia braziliensis* 61

Fig. 27. Distâncias entre pontos aleatório e colônias – *Siderastrea stellata*.....62

Fig. 28. Tamanho médio de colônias – *Mussismilia braziliensis*.....63

Fig. 29. Tamanho médio de colônias – *Porites branneri*.....63

Fig. 30. Graus de inclinação de bases de colônias 64

Fig. 31. Rugosidade do substrato nos três locais amostrados.....65

Fig. 32. Perfis de declividade dos três locais amostrados 66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. Localização e profundidades das estações amostradas 12

Tabela II. Cobertura das espécies/grupos funcionais – transectos contínuos de interseções...23

Tabela III. Cobertura das espécies/grupos funcionais – quadrados 24

Tabela IV. Cobertura das espécies/grupos funcionais – transectos de interseções pontuais...28

Tabela V. Comparação da cobertura de espécies entre estações de um mesmo local (ANOSIM) 30

Tabela VI. Riqueza, diversidade e equitatividade em todas as estações.....31

Tabela VII. Comparação da cobertura de espécies entre todas as estações amostradas (ANOSIM) 53

Tabela VIII. Abundância relativa de espécies de coral.....54

Tabela IX. Tamanho e inclinação de colônias, distâncias entre pontos aleatórios e colônias e entre colônias.....55

Tabela X. Comparação entre locais (tamanho e inclinação de colônias, distâncias entre pontos aleatórios e colônias e entre colônias) (Kruskal-Wallis) 56

Tabela XI. Comparação da inclinação de base de colônias de diferentes espécies (Kolmogorov-Smirnov).....57

Tabela XII. Comparação do presente estudo e o de Pitombo *et al.*, 1988 73

1. INTRODUÇÃO

Connell (1978) compara os recifes de corais às florestas tropicais úmidas em termos de diversidade de espécies. Para compreender os processos responsáveis por essa enorme diversidade é necessário que sejam avaliadas as interações entre os organismos desses ecossistemas e os fatores ambientais que influenciam seu comportamento, distribuição, reprodução e crescimento.

Recifes de corais são topograficamente muito irregulares, apresentando elevações, fendas, túneis, e cavernas fechadas (Stoddart & Johanes, 1978). Essas formações constituem um ambiente complexo, no qual as espécies se distribuem de acordo com a ocorrência de condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

Em áreas contíguas que possuam condições físicas diferentes, mesmo em pequena escala, é possível que a distribuição de organismos da macrofauna séssil apresente alguma variação de padrões. Em recifes de corais os fatores físicos e biológicos interagem fortemente, e muitos mecanismos como competição interespecífica, predação e distúrbios podem agir sobre o recrutamento larval (Chiappone & Sullivan, 1991). Como resultado de variações nas taxas de recrutamento, crescimento e mortalidade, a abundância de corais varia no espaço e no tempo (Jones & Endean, 1973). Assim, é esperado que a presença e distribuição dos cnidários bentônicos em uma dada área irá refletir não só as condições físicas como também temporais (sazonalidade) e biológicas (competição intra e interespecífica) (Gili *et al.*, 1989).

Em estudos ecológicos há um interesse crescente em questões relacionadas a metodologia e planejamento de amostragens (Greig-Smith, 1983, Andrew & Mapstone, 1987, Chiappone & Sullivan, 1991, Keough & Quinn, 1991 e Benedetti-Cecchi *et al.*, 1996). Metodologias quantitativas, ao contrário das qualitativas, permitem descrições mais padronizadas e precisas de uma comunidade recifal, permitindo comparações mais

eficientes. Além disso, parâmetros ecológicos como riqueza de espécies, abundância, diversidade, cobertura, densidade e zonação são importantes para comparações e se tornam disponíveis através de métodos quantitativos (Dodge *et al.*, 1982).

Diversos métodos de amostragem foram utilizados no passado para estudar quantitativamente comunidades de corais recifais. Nos recifes coralinos, a metodologia mais utilizada para estudos quantitativos tem sido a dos transectos de interseções de linha (Porter, 1972, Lewis, 1974, Loya, 1976, Liddell & Ohlhorst, 1987, Jaap *et al.*, 1988, Pitombo *et al.*, 1988, Chiappone & Sullivan, 1991, Malatesta *et al.*, 1992, Adjeround & Salvat, 1996, Chiappone *et al.*, 1996). Esse método tem sido extensamente empregado no estudo de recifes no mundo inteiro. Nesses estudos observa-se uma cobertura de corais que facilmente excede 30 ou 40 % (Loya, 1976, Chiappone & Sulivan, 1991, Adjeround & Salvat, 1996) e que em algumas áreas atinge mais de 80 % (Loya, 1976).

No Brasil, são poucos os estudos quantitativos realizados em áreas recifais (Pitombo *et al.*, 1988, Coutinho *et al.*, 1993, Villaça & Pitombo, 1997 e Figueiredo, 1997). Destes, apenas Pitombo *et al.* (1988) e Villaça & Pitombo (1997) apresentam dados de cobertura através de transectos de interseções de linha. Segundo estes autores, as áreas amostradas no Arquipélago dos Abrolhos apresentam no máximo cerca de 30 % de cobertura de corais.

Nas áreas recifais do Pacífico, Indo-Pacífico e Caribe, onde tem sido realizada a maior parte desses estudos, há um maior número de espécies de corais hermatípicos (Chiappone *et al.*, 1996) e as colônias de muitas espécies são de maior porte (Smith, 1971) se comparadas às colônias encontradas nos recifes brasileiros. Segundo Chiappone *et al.*, (1996) o menor número de espécies nos nossos recifes seria presumidamente devido a fatores ambientais tais como temperaturas mínimas baixas, sedimentação e padrões de circulação. Já Leão (1982, 1983) associou algumas características únicas para a fauna coralínea de nossos recifes (como alto grau de endemismo e baixa riqueza específica de

corais) à história geológica e morfologia do fundo.

Apesar de amplamente utilizados, os transectos de interseções de linha apresentam o problema de exigirem grande esforço para a coleta de dados no campo. Este fator limitante muitas vezes impede a realização de réplicas, principalmente devido ao tempo necessário para efetuar a amostragem. Isto se agrava em áreas de difícil acesso ou com problemas de apoio logístico. Para os recifes do Brasil surgem outros problemas como a baixa cobertura, a baixa diversidade de espécies e o tamanho reduzido da maioria delas. Isto sugere que deve-se tomar um cuidado especial com o desenho amostral, para se evitar problemas de amostragens não representativas. Uma variação do método de transectos de interseções de linha consiste em se estender uma corrente e contar o número de elos cobrindo cada espécie (Porter, 1972, Liddell & Ohlhorst, 1987).

Outro método comumente utilizado é o de quadrados (Lewis, 1974, Stimson, 1974, Bak & Engel, 1979, Sullivan & Chiappone, 1992, Coutinho *et al.*, 1993, Benedetti-Cecchi *et al.*, 1996, Chiappone *et al.*, 1996, Lewis, 1996). Os problemas com a aplicação desse método estão relacionados principalmente à conformação do substrato em áreas recifais, que dificulta o posicionamento dos quadrados de amostragem. Mais recentemente tem-se tentado utilizar técnicas de fotografia e filmagens subaquáticas (Benedetti-Cecchi *et al.*, 1996). No entanto, essas técnicas também apresentam alguns problemas metodológicos relacionados principalmente à pouca definição das imagens, o que geralmente restringe os estudos às espécies de maior porte ou a uma menor resolução taxonômica.

Para estudos de populações vegetais uma metologia muito difundida é o método do vizinho mais próximo, que possui diversas variações (Greig-Smith, 1983), associado a medidas de tamanho. Essa técnica permite algumas adaptações para o estudo de animais bentônicos, através do registro de distâncias entre indivíduos ou colônias. Stimson (1974) obteve, inclusive, maior sucesso ao utilizar este método para analisar a distribuição espacial do coral *Pocillopora meandrina* do que utilizando quadrados. A utilização desse

tipo de amostragem permite, ainda, acessar informações sobre padrões de agregação dos organismos.

No Arquipélago dos Abrolhos, Laborel (1969) descreveu, de forma qualitativa apenas, as principais características da comunidade. Entre elas, o autor se refere a padrões de zonação, considerados por ele evidentes nos recifes em franja ao redor das ilhas, e a algumas diferenças entre os recifes em franja aí encontrados. Posteriormente, Leão (1982) negou a existência de zonas marcantes nos recifes de Abrolhos quando comparados, por exemplo, aos do Caribe. No entanto, estes trabalhos são basicamente descritivos das espécies presentes, sem nenhuma quantificação de suas ocorrências. Estudos mais recentes (Pitombo *et al.*, 1988, Coutinho *et al.*, 1993, Figueiredo, 1997 e Villaça & Pitombo, 1997) já apresentam quantificações das comunidades presentes no arquipélago e realizam algumas comparações entre locais e profundidades. Pitombo *et al.* (1988) e Figueiredo (1997) se referem a padrões batimétricos de ocorrência de espécies de corais e algas, respectivamente. Pitombo *et al.* (1988) observaram um agrupamento com os transectos de interseções de linhas mais rasos de diferentes locais, e outro agrupamento com os transectos de maiores profundidades. Dentre estes estudos, apenas Coutinho *et al.* (1993) e Figueiredo (1997) se utilizam de uma amostragem com replicação, sendo que o último se refere principalmente à estruturação da comunidade de algas.

Qualquer estudo que vise avaliar e medir as alterações naturais ou antropogênicas que afetam um determinado sistema dependerá de um planejamento amostral adequado. Tal planejamento necessita de uma escolha de tamanho amostral apropriado, pois com amostras muito pequenas o poder do teste provavelmente será insuficiente para avaliar hipóteses envolvendo pequenas diferenças entre as médias. Por outro lado, com amostras excessivamente grandes o poder do teste é adequado, mas pode-se desperdiçar esforço em coleta e processamento de amostras (Bros & Cowell, 1987).

São vários os estudos sobre metodologias empregadas na detecção de impactos. As

técnicas variam desde medidas bioquímicas até medidas ditas "de comunidade" (Underwood, 1993). Muitos destes trabalhos abordam problemas com metodologias de amostragem e com técnicas para análise de dados (Andrew & Mapstone, 1987, Underwood, 1991, Underwood, 1993).

Através da utilização de métodos mais adequados, espera-se obter maiores informações sobre a estruturação das comunidades recifais brasileiras, que até o momento ainda são pouco conhecidos. Além disto, o aperfeiçoamento de metodologias mais adequadas para o estudo da distribuição de espécies de corais é de extrema importância para monitoramentos de populações dessas espécies em recifes brasileiros. A aplicação de tais metodologias pode contribuir para um verdadeiro acompanhamento das possíveis alterações antrópicas causadas a esse ecossistema.

Neste estudo serão abordados aspectos relacionados à quantificação das comunidades coralíneas encontradas nos recifes embrionários em franja do Arquipélago dos Abrolhos, com ênfase em questões metodológicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos Gerais

- Avaliar a utilização de diferentes metodologias amplamente utilizadas em estudos quantitativos da cobertura de organismos e diversidade de espécies em comunidades recifais do Arquipélago dos Abrolhos.
- Estabelecer uma metodologia adequada ao estudo de alguns aspectos das comunidades de corais no Brasil, no espaço e/ou no tempo.
- Descrever os padrões de distribuição encontrados para as comunidades coralíneas presentes no Arquipélago, comparando diferentes locais.

2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos gerais propostos levaram à formulação das questões abaixo. Dentro dos objetivos específicos deste estudo está a obtenção de respostas a estas perguntas.

- Os métodos de transectos de interseções de linha e de quadrados fornecem resultados semelhantes na quantificação das comunidades coralíneas dos recifes em franja do Arquipélago dos Abrolhos?
- Qual dos métodos acima citados seria mais indicado para a área estudada?
- É possível diminuir o esforço de amostragem em campo com estas duas metodologias?
- Os corais recifais estudados no Arquipélago dos Abrolhos apresentam algum padrão de zonação vertical?
- Os três locais amostrados no Arquipélago dos Abrolhos diferem entre si quanto a fatores físicos e/ou cobertura de espécies ou grupos funcionais?
- As principais espécies de corais encontradas no arquipélago apresentam

diferentes padrões de distribuição ou tamanhos de colônias entre os três locais amostrados?

- Diferentes espécies de corais possuem distribuições semelhantes em um mesmo local?

3. ÁREA DE ESTUDO

O Arquipélago dos Abrolhos está localizado em um alargamento da plataforma continental que pode variar de 50 a 200km (Leão, 1982 e Hetzel & Castro, 1994). O complexo de recifes de coral conhecidos está localizado acima da isóbata de 25m, podendo distar até cerca de 20km da costa no Parcel dos Abrolhos.

A cerca de 65km da costa, no sul do estado da Bahia, próximo ao lado interno (voltado para a costa) do Parcel dos Abrolhos está o Arquipélago. Ele é composto por cinco ilhas situadas a 17°58'S e 038°42'W, dispostas aproxidamente em um semicírculo, e com uma profundidade máxima de cerca de 18m entre elas (Laborel, 1969).

A maior ilha é a de Santa Bárbara, com cerca de 1,5km de extensão e 300m de largura e 35m no ponto mais alto. Em suas bordas oeste e sudeste observam-se comunidades coralíneas em franja, enquanto a margem leste é abrupta e rochosa. A sudoeste desta ilha estão as ilhas Redonda e Siriba. A primeira tem cerca de 400m de diâmetro e altura máxima de 36m. A Ilha Siriba tem 300m de comprimento, 100m de largura e 16m de altura. As duas ilhas são circundadas por uma franja de recifes onde a profundidade máxima é de aproximadamente 5m. A cerca de 1,5km a sudeste da Ilha Siriba está a Ilha Sueste, com 500 m de comprimento, 200 m de largura e 15m de altitude. A menor ilha é a Guarita, localizada 250 m a nordeste da Ilha de Santa Bárbara. Sua superfície é formada por rochas aglomeradas com 100 m de extensão e 13 m de altura.

As áreas estudadas foram a face norte da Ilha de Santa Bárbara, a face norte da Ilha

Siriba e o Portinho, na face sul da Ilha de Santa Bárbara (Fig. 1). Estes locais serão doravante aqui denominados "Face Norte", "Siriba" e "Portinho", respectivamente.

Os locais amostrados sofrem diferentes influências dos ventos da região. Os ventos dominantes são NE de setembro a fevereiro e E em março e de junho a agosto, com velocidades de 4 a 15 nós (Fig. 2). Em abril e maio predominam os ventos sul. As maiores velocidades de vento ocorrem de março a dezembro, quando o vento Sul atinge de 13 a 16 nós, embora possa atingir velocidades muito maiores durante tempestades. Na Face Norte da Ilha de Santa Bárbara, portanto, o recife em franja recebe durante a maior parte do ano a influência dos ventos NE e E. No Portinho, a época de maior batimento de ondas é no inverno com a entrada do vento Sul. Na estação da Ilha Siriba a maior influência é também dos ventos NE e E (Muehe, 1990). Entretanto, este último local é, aparentemente, bem protegido dos ventos de Sul pela Ilha Siriba e dos ventos de Nordeste pela Ilha Redonda. Em torno das ilhas as correntes têm velocidade de 1 a 1,5 nós, com no máximo 3 nós nos canais entre recifes (Leão, 1982).

A salinidade varia entre 30,5 e 36,7 $^{o}/_{oo}$ (Leão, 1982).

A temperatura da água varia entre 24°C em julho e 27°C em fevereiro e março. As precipitações são bastante irregulares, apresentando médias mensais entre 52 mm em agosto e 113,8 mm em outubro, com um índice anual em torno de 718,5 mm. Os valores médios de temperatura e precipitação conferem para o Arquipélago clima tropical com tendência a semi-aridez (Serra, 1975).

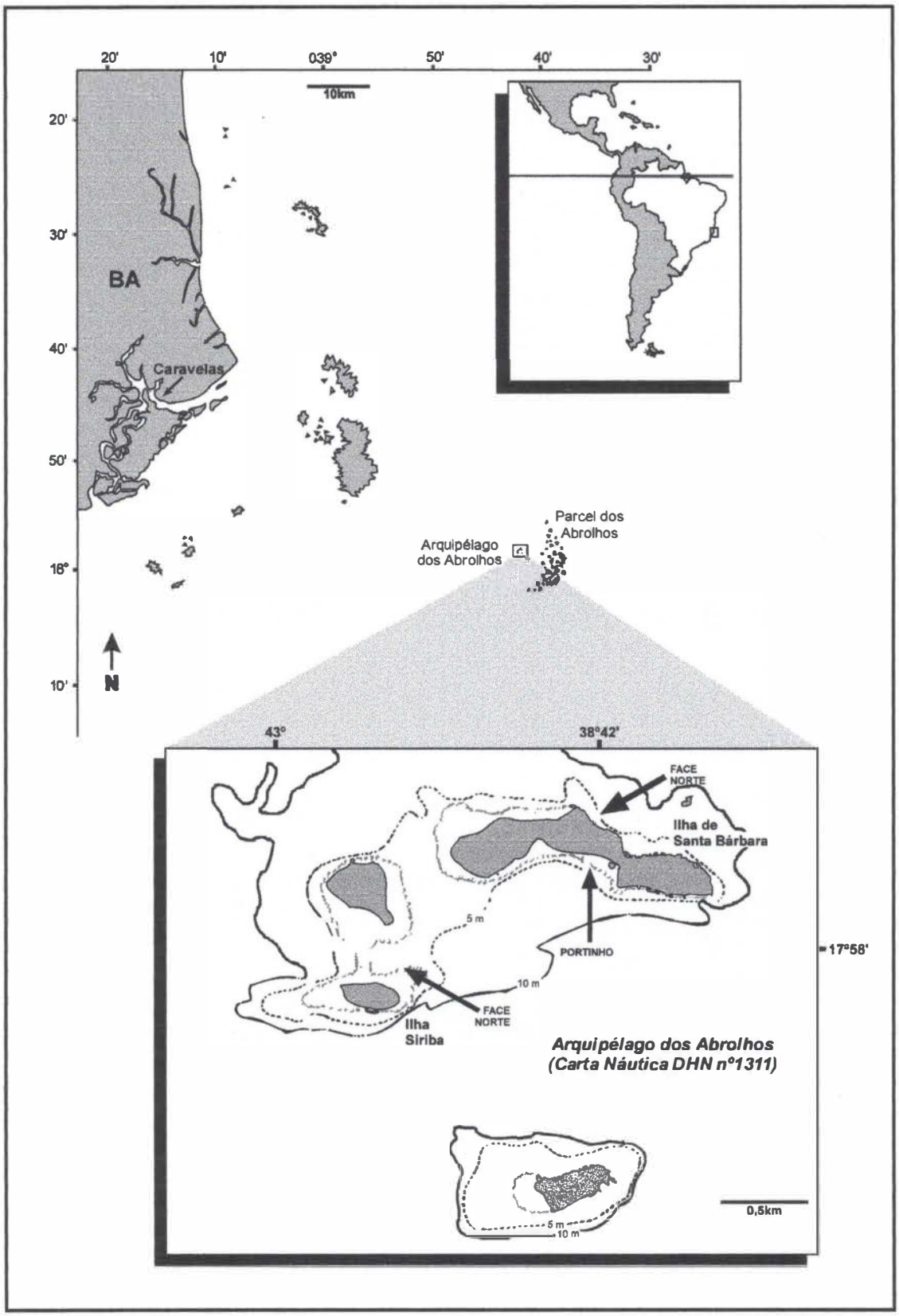


Figura 1: Mapa da região de Abrolhos, BA, mostrando os 3 locais de coleta.

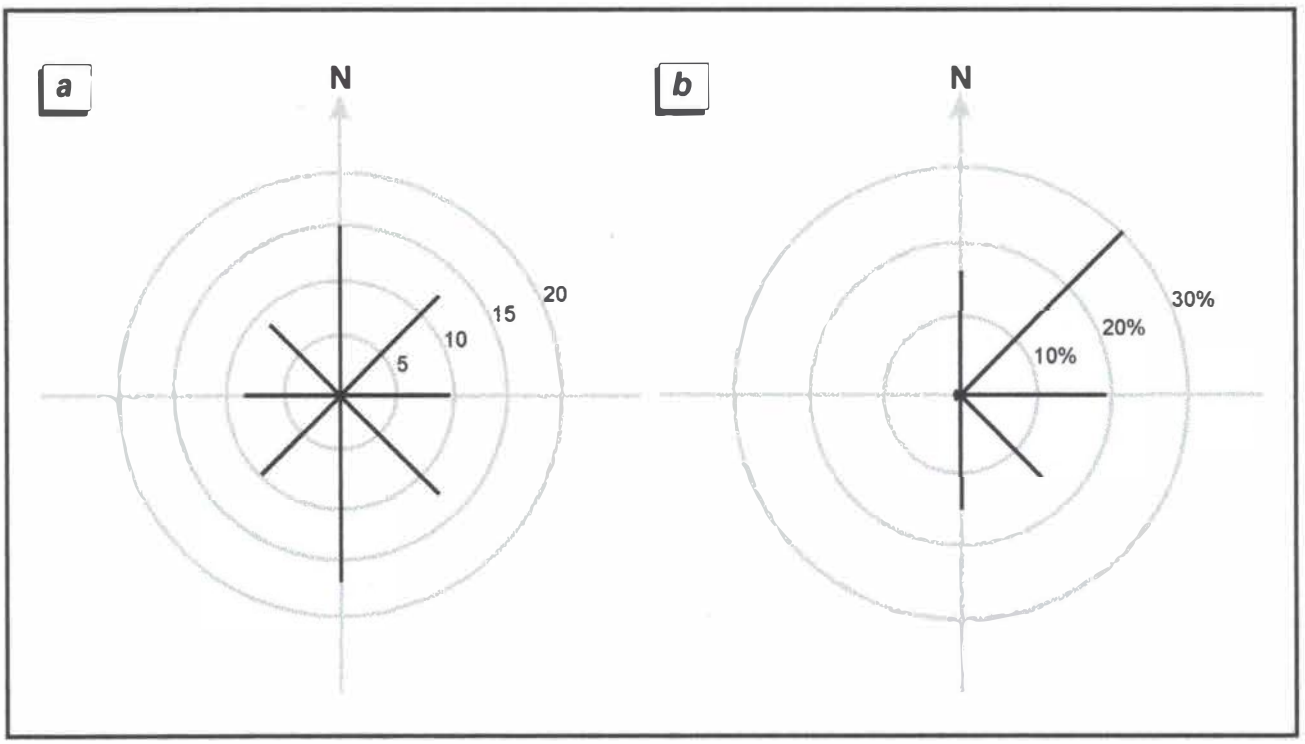


Figura 2: Regime de ventos no Arquipélago dos Abrolhos. *a* = intensidade média em nós, *b* = frequência média de ocorrência. Dados obtidos através do Banco Nacional de Dados Oceanográficos da DHN, Ministério da Marinha.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta de Dados no Campo

Foram realizadas três excursões ao Arquipélago dos Abrolhos, BA, em 1997: de 25 de março a 8 de abril, de 25 de maio a 12 de junho e de 17 de outubro a 02 de novembro. Através de mergulhos autônomos foram amostrados três locais: lado norte da Ilha de Santa Bárbara (Face Norte), lado sul da mesma Ilha (Portinho) e lado norte da Ilha Siriba (Fig. 1), em área voltada para o canal entre esta e a Ilha Redonda.

Perfis de declividade do fundo na Ilha Siriba e na Face Norte foram adaptados do trabalho de Pitombo *et al.* (1988). Para o Portinho, um novo perfil foi construído usando-se uma trena estendida na superfície, da linha d'água até o limite do recife, próximo à areia. De 10 em 10 metros era registrada a profundidade correspondente, com o auxílio de um profundímetro com escala de 0,1m. Parâmetros de corais e algas calcárias foram amostrados nestes locais com diversas metodologias:

a) Transectos de interseções de linha (contínuos ou pontuais);

b) Quadrados;

c) Tamanho e inclinação de bases de colônias, distâncias de pontos aleatórios a colônias e entre colônias.

Tabela I: Localização, através de GPS, de cada local amostrado no Arquipélago dos Abrolhos e as profundidades de suas estações.

Local	Coordenadas	Estações	Prof. (m)
Face Norte	17°57,70'S	T1	3,0
	038°41,90'W	T2	3,2
		T3	4,0
Portinho	17°57,84'S	T1	2,5
	038°41,99'W	T2	2,8
		T3	3,5
Siriba	17°58,16'S	T1	1,9
	038°42,54'W	T2	2,9

4.1.1. Transectos Contínuos de Interseções de Linha

A metodologia de transectos de interseções de linha consistiu em se estender uma corrente amarrada a uma trena de plástico de 20m, seguindo o contorno do recife de franja, mantendo uma profundidade constante (Porter, 1972; Lewis, 1974; Loya, 1976; Liddell & Ohlhorst, 1987; Jaap *et al.*, 1988; Chiappone & Sullivan, 1991; Malatesta *et al.*, 1992; Adjeround & Salvat, 1996; Chiappone *et al.*, 1996). Este comprimento de linha foi o mesmo utilizado por Pitombo *et al.*, 1988. A corrente amarrada à trena evita que esta varie sua posição em função de correntes, ondas e movimentos de marés. Após a colocação da trena, eram contados os centímetros correspondentes a cada categoria (espécie de coral ou grupo, como "alga calcárea") posicionada sob a trena.

Foram amostradas inicialmente 2 ou 3 linhas em diferentes profundidades (estações) em cada local (Tabela I). Na Face Norte da Ilha de Santa Bárbara e na Ilha Siriba as estações foram as mesmas do trabalho de Pitombo *et al.* (1988). A localização

exata de cada estação foi marcada durante aquele estudo através de pinos de aço inseridos no recife e até hoje preservados no local. Esta marcação foi aqui aproveitada, bem como suas indicações de profundidade. No Portinho, onde não havia marcação prévia das estações de coleta, as profundidades foram anotadas em horário determinado. Os valores reais foram estimadas com o auxílio de tábuas de marés (DHN, 1996)

4.1.2. Quadrados

Os quadrados foram confeccionados com tubos de PVC de 1,2m e reticulados com cordas de nylon que formavam 441 interseções distribuídas uniformemente dentro de uma área de $1m^2$. Foram contados os organismos posicionados sob cada interseção. Para cada linha de 20m, em cada estação, cinco quadrados dispostos regularmente sobre os transectos de linha e distantes três metros entre suas extremidades mais próximas foram amostrados.

4.1.3. Tamanho e Inclinação de Colônias, Distâncias de Pontos Aleatórios a Colônias e entre Colônias

Através da coleta de dados descrita a seguir, foram avaliados: distâncias entre pontos aleatórios e colônias, distância entre colônias da mesma espécie, o tamanho das colônias e a inclinação de suas bases. Foram analisadas apenas espécies de corais pétreos mais frequentes e abundantes nos transectos e quadrados.

A coleta destes dados consistiu em se estender uma tralha de chumbo de 50m de comprimento em uma determinada profundidade, seguindo o contorno do recife e sobrepondo-se parcialmente às estações T2 de cada local. A tralha era marcada com 30 pontos sorteados através de uma tabela de números aleatórios. Para cada ponto eram tomadas as seguintes medidas: distância à colônia mais próxima, distância desta à vizinha mais próxima, tamanho de ambas as colônias, inclinação do substrato no local de cada

colônia e rugosidade do substrato. O tamanho das colônias e as distâncias eram medidos com uma fita métrica. Para o tamanho foi considerada a maior extensão de tecido vivo entre margens diametralmente opostas (Fig. 3), devido à dificuldade de se tomar medidas de diâmetro (projeção no plano da maior extensão) de colônias grandes. A inclinação foi medida com um aparelho construído a partir de um transferidor, linhas de nylon, peso de chumbo e uma pequena bóia de pesca (Fig. 4). O transferidor era posicionado paralelo à base de cada colônia e o ângulo formado pela linha estendida pela bóia ou pelo peso, no caso de colônias posicionadas em substrato com inclinação negativa, era anotado. A rugosidade foi definida como a relação entre o comprimento curvilíneo acompanhando o fundo e o comprimento retilíneo entre as extremidades do primeiro. O comprimento retilíneo utilizado foi 1m (Fig. 3). Estes comprimentos foram anotados ao longo da linha em área adjacente a cada ponto aleatório.

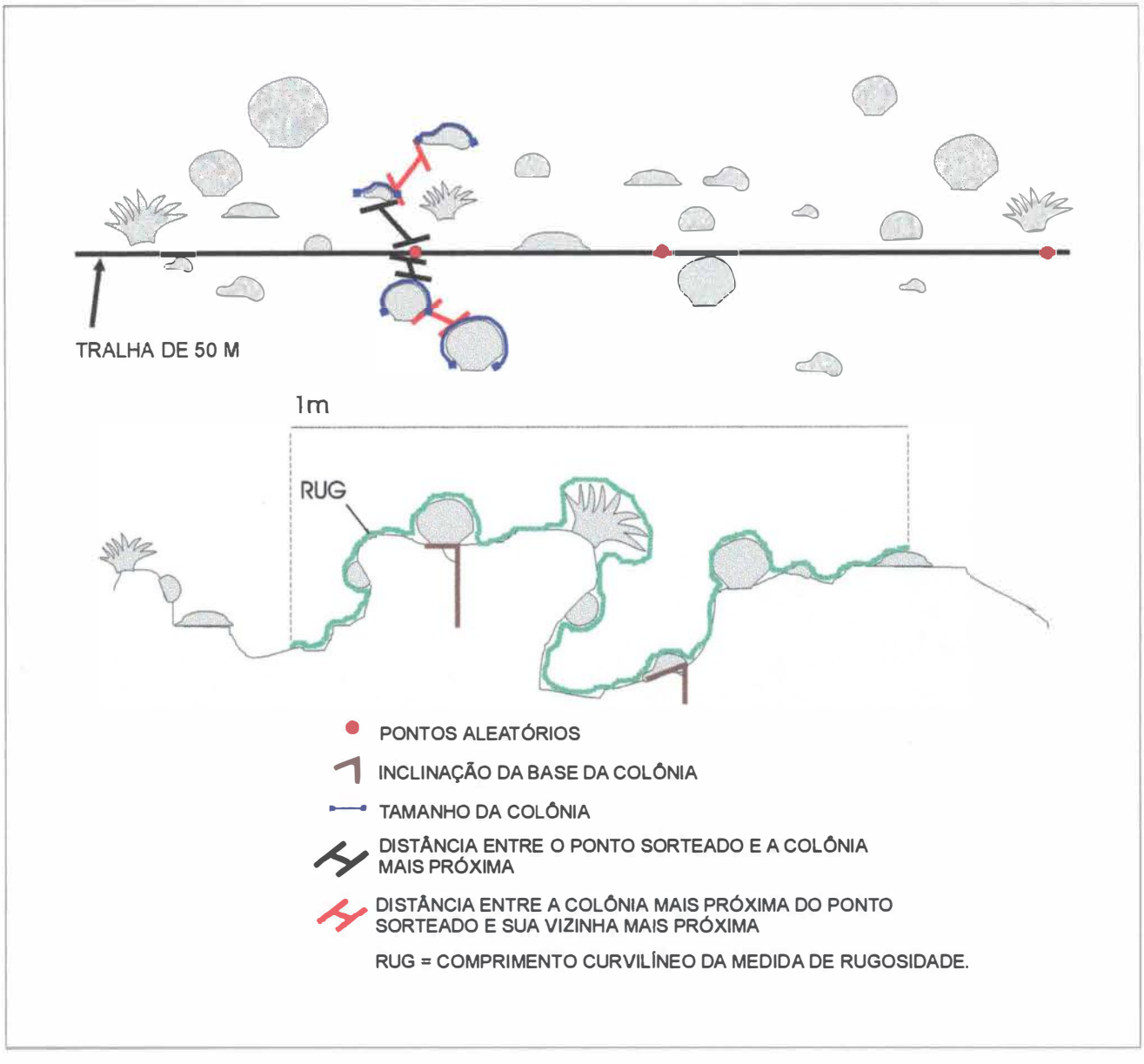


Figura 3: Esquema representativo das metodologias utilizadas para coleta dos dados de tamanho e inclinação de colônias; distâncas entre ponto aleatório e colônias mais próximas; distância entre o par de colônias da mesma espécie mais próximo ao ponto aleatório e rugosidade do substrato, no Arquipélago dos Abrolhos, BA.

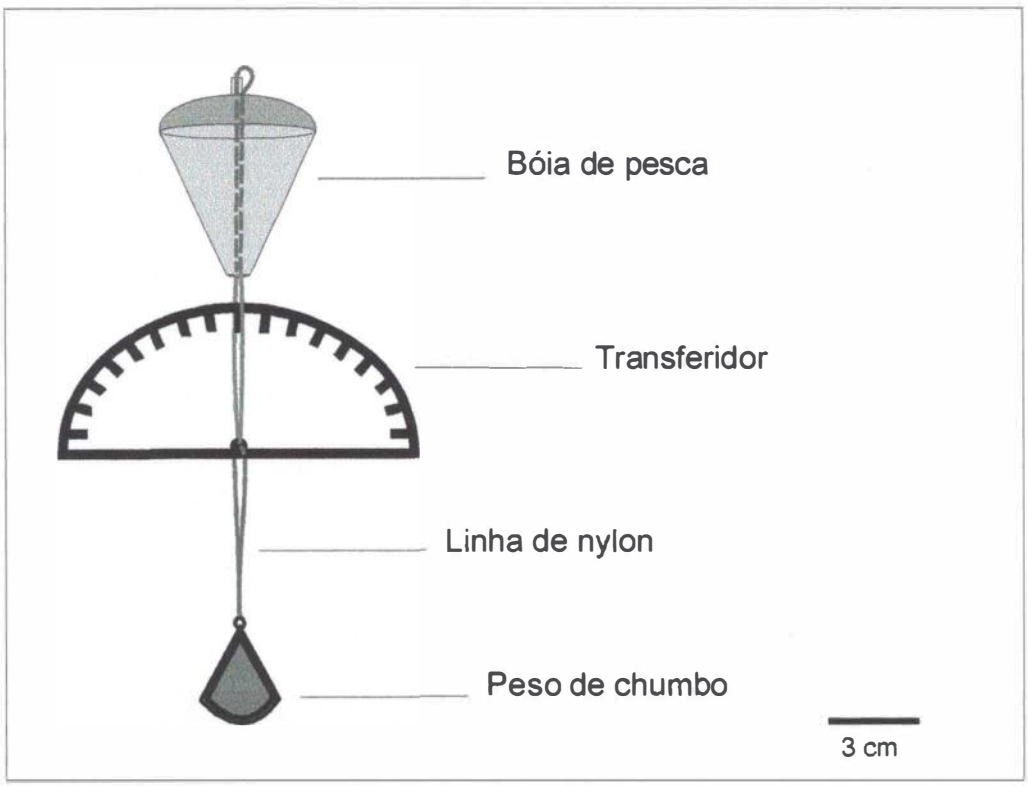


Figura 4: Diagrama do instrumento utilizado para medir inclinação de bases de colônias.

4.2. Análises Preliminares

Para otimizar o esforço de coleta de dados no campo foi avaliada a possibilidade de realizar subamostragens das unidades amostrais utilizadas (transectos de interseções de linha e quadrados). Para avaliar o número mínimo de pontos a serem amostrados em um transecto, considerou-se que a linha de 20m era constituída por 2000 pontos. Foram selecionados sucessivamente, com reposição, subconjuntos aleatórios de pontos, variando de 50 a 2000 pontos, com um incremento de 50 pontos a cada rodada. Os valores em porcentagem de cobertura de cada organismo, obtidos para cada subconjunto, foram plotados num gráfico da cobertura observada em função do número de pontos das subamostras. Isto permitiu observar a variação da cobertura em relação ao tamanho da subamostra. A estabilização da cobertura (eixo y) indicaria o número mínimo de pontos (eixo x) suficiente para representar o total da linha de 20m.

Em uma segunda etapa, foram coletados novos dados em cada local, utilizando para cada linha o número de pontos indicado na análise descrita acima. Para cada estação, foram amostradas mais 4 réplicas de cada transecto de interseções de linha realizado anteriormente. Estes transectos foram amostrados com uma tralha de chumbo de 20m de comprimento, marcada com 500 pontos aleatórios estendida paralelamente aos transectos da primeira etapa. Foram registrados os organismos posicionados sob cada ponto.

A obtenção do número mínimo de interseções (pontos) para a amostragem com quadrados foi realizada de maneira análoga, sorteando subconjuntos aleatórios de 10 a 350 pontos dentro dos 441 presentes em cada quadrado. Foram formados assim, subconjuntos com um incremento de 10 pontos até 350, passando então para 441 pontos. Para cada estação haviam sido amostrados cinco quadrados. Assim, foram obtidas as médias e os desvios padrões para diferentes números de pontos, correspondentes a cada conjunto de réplicas (cinco quadrados) dispostas sobre cada uma das linhas de profundidade. Esses

valores foram também plotados em gráficos a fim de observar a variação dos desvios em função do tamanho das subamostras (número de pontos).

Com relação à distribuição dos organismos bentônicos no substrato, foi necessário avaliar inicialmente a homogeneidade apresentada pelas comunidades de cada estação amostrada com os transectos de interseções de linha de 20 metros, principalmente em função da existência de heterogeneidade horizontal. Para isso, cada linha amostrada foi dividida em unidades menores, de 1 metro cada. Realizou-se uma análise de MDS ("Multidimensional Scaling") (Clarke & Warwick, 1994), com as matrizes de similaridade construídas a partir da abundância (em centímetros) das principais espécies de corais e alga calcárea em cada um dos 20 metros . A análise foi feita utilizando-se o programa PRIMER (Plymouth Marine Laboratory, Inglaterra). O coeficiente utilizado foi o de Bray-Curtis:

$$DBray-Curtis = \frac{\sum_{i=1}^{S} |n_{iA} - n_{iB}|}{\sum_{i=1}^{S} (n_{iA} + n_{iB})}$$

onde:
n_{iA} = cobertura da espécie i no local A
n_{iB} = cobertura da espécie i no local B

Este coeficiente diminui o peso da contribuição das espécies menos comuns , uma vez que, se uma espécie não ocorre em um dos pares comparados, pouco contribui para a formação do índice. Assim, não é necessária a eliminação arbitrária de muitas espécies da análise (Clarke & Warwick, 1994). Gauch (1982) considera que este índice (por ele denominado "Percentage Dissimilarity") confere um peso intermediário para características de abundância das espécies, pois embora enfatize espécies dominantes, ainda confere algum peso a espécies mais raras.

O objetivo dessa análise de homogeneidade foi verificar a variação interna de cada uma das linhas dos transectos de interseções com relação à formação de grupos muito distintos, englobando apenas metros adjacentes. A ocorrência destes grupos indicaria uma

heterogeidade em larga escala das estações correspondentes, com a mesma linha amostrando zonas muito diferentes do recife. Quando esse tipo de problema era detectado, eram retiradas as unidades amostrais correspondentes. Desta forma, ambientes que possivelmente excluíssem comunidades coralíneas eram eliminados das análises, como por exemplo, grandes bolsões de areia.

Da mesma forma, foi avaliada a heterogeidade numa escala local, a fim de verificar a variação observada entre as estações e, consequentemente, a validade das amostragens feitas através de linhas em diferentes profundidades. Foram extraídos conjuntos de parcelas de 5 metros de cada uma das linhas. Dessa forma as 2 ou 3 linhas de cada ponto foram divididas em 4 partes, com 8 (Siriba) ou 12 partes (Face Norte e Portinho) por local para cada MDS. Foi observada a distribuição dos pontos, que representavam os fragmentos das linhas, num gráfico em duas dimensões. O agrupamento de setores paralelos das linhas (identificados no MDS com as alíneas a, b, c ou d) evidenciaria a presença de zonação horizontal no local amostrado e o mesmo também teria que ser retirado das análises.

4.3. Comparação entre Métodos

Para comparação entre as coberturas de organimos estimadas com quadrados e transectos de interseções de linha, os dados obtidos com cada um destes métodos foram agrupados em uma única tabela. Foi gerada uma matriz de similaridade (Bray-Curtis) única e realizada uma ordenação por MDS ("multidimensional scaling") através do programa PRIMER. O teste ANOSIM foi efetuado para uma comparação mais objetiva entre os métodos, utilizando-se o mesmo programa acima citado. O ANOSIM foi preferido em relação a uma análise de variância multivariada (MANOVA) porque, segundo Clarke & Warwick (1994), as premissas para esta análise nunca são satisfeitas por dados de abundância multivariados típicos, como é o caso deste estudo. Um número grande de

variáveis impede uma aproximação para uma normalidade multivariada com qualquer tipo de transformação, devido à dominância de zeros.

4.4. Caracterização das Comunidades

Foi efetuada uma análise de similaridade (ANOSIM) entre as matrizes de similaridade construídas a partir dos dados de cobertura obtidos através de transectos de interseções pontuais de linha em cada estação. Assim, foi testada a diferença entre as estações de cada um dos locais. Este teste é feito através de um procedimento de permutação simples não paramétrico, aplicado à matriz de similaridade (Clarke & Warwick, 1994). O teste foi realizado com o auxílio do programa PRIMER.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Simpson (λ) e equitatividade de Heip (Eq_{Heip}), de acordo com as seguintes fórmulas:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log p_i$$

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_1^2$$

onde:
pi = proporção relativa da espécie i
S = riqueza de espécies

$$Eq_{Heip} = \frac{e^{H'} - 1}{S - 1}$$

O índice de Shannon-Wiener é preferido pela maioria dos ecólogos, principalmente pela sua simplicidade de cálculo, mas é mais influenciado pela riqueza de espécies (Magurran, 1988). Como a riqueza é baixa no ambiente estudado, optou-se por utilizar o índice de Simpson para as comparações entre locais, uma vez que ele é mais influenciado pela abundância, sendo menos sensível à riqueza, e também aplamente utilizado. Os

índices foram calculados com o programa Microft Excel 0.7. O índice de Simpson e a equitatividade de Heip para cada amostra foram comparados através das provas não paramétricas de Kruskal-Wallis e Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1975) entre estações de cada local. Todos os testes foram realizados através do programa STATISTICA 5.1b (StatSoft).

4.5. Comparação entre Locais

Para a comparação das comunidades coralíneas dos três locais amostrados foi realizada uma análise de MDS com o conjunto de transectos de todas as estações de cada local (Face Norte, Portinho e Siriba), através do programa PRIMER. Foi realizado o teste de similaridades (ANOSIM), do mesmo programa, com os mesmos transectos, para testar as diferenças de composição da comunidade entre as profundidades amostradas. O mesmo teste de similaridades foi aplicado ao conjunto total das estações, para avaliar a significância das diferenças entre os três locais com relação à composição das comunidades.

Foram utilizados os dados de tamanho e inclinação de colônias e distâncias entre ponto aleatório e colônias e entre colônias (de mesma espécie) para testar, através da prova não paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel, 1975), a significância das diferenças entre os 3 locais. Para os resultados significativos foi aplicada a prova de Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1975). Essas análises foram efetuadas através do programa STATISTICA.

Os valores de rugosidade foram também comparados entre locais, através da prova não paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel, 1975).

Os índices de Simpson e a equitatividade de Heip foram também comparados entre os três locais amostrados. Essas comparações foram feitas através de análise de variância não paramétrica, com as provas de Kruskal-Wallis e Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1975), através do programa STATISTICA.

5. RESULTADOS

Foram registradas para os locais amostrados as seguintes categorias, que representam taxons ou grupos de taxons do bentos da área:

Agaricia agaricites (Linnaeus, 1758) *

Favia gravida Verrill, 1868 *

Favia leptophylla Verrill, 1868 *

Millepora alcicornis Linnaeus, 1758 *

Mussismilia braziliensis (Verrill, 1868) *

Mussismilia hartti (Verrill, 1868) *

Mussismilia hispida (Verrill, 1902) *

Montastrea cavernosa (Linnaeus, 1767) *

Palythoa spp.: a espécie mais comun é *P. caribaeorum* Duchassang & Michelotti, 1860, mas há outras espécies de cobertura extremamente pequena (Cláudio C. Ratto, com. pess.)

Porites astreoides Lamarck, 1816 *

Porites branneri Rathbun, 1887 *

Siderastrea stellata Verrill, 1868 *

Zoanthus spp.: principalmente *Z. sociatus* (Ellis, 1767), dentre outras espécies menos comuns (Cláudio C. Ratto, *com. pess.*)

Alga calcárea: grupo que representa diversas espécies, sendo mais comuns na área espécies dos gêneros *Lithothamnion* Heidrich, *Lithophyllum* Philipp, *Sporolithon* Heydrich e *Porolithon* Foslie (Joly *et al.*, 1969; Leão, 1982; Figueiredo, 1997). Destes, *Porolithon* é o mais abundante em profundidades de 0,5 a 5,0 m (M. Figueiredo, *com. pess.*).

algas frondosas: principalmente *Dictyota mertensii* Lamouroux, *D. cervicornis* (Kuetzing), *Dictyopteris plagiograma* (Montagne) Vickens, *Dictyopteris justii* Lamouroux, *Stypopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss, *Lobophora variegata* (Lamouroux) Papenfuss, *Padina sanctae-crucis* (Boergesen) e *Sargassum sp.* (M. Figueiredo e J. Creed, *com. pess.*).

algas filamentosas: principalmente *Ceramium spp.*, *Sphacelaria spp.*, *Polysiphonia spp.* e cianofíceas . (Dr[a] M. Figueiredo e Dr. J. Creed, *com. pess.*).

Outros: esponjas, equinodermas, anêmonas, octocorais, areia, buracos, etc.

As espécies indicadas com um asterisco foram agrupadas nos capítulos de "Resultados" e "Discussão" no termo geral "corais", incluindo tanto corais pétreos (Scleractinia), quanto hidrocorais (Milleporidae).

5.1. Transectos Contínuos de Interseções de Linha

A Tabela II apresenta os resultados obtidos de porcentagem de cobertura dos organismos bentônicos em cada estação de cada local amostrado, tal como estimado através da metodologia de transectos de interseções de linha.

Tabela II: Cobertura do fundo (%) por categoria (espécies ou grupos funcionais), estimada através de amostragem contínua em transectos de interseção de linha de 20 metros de comprimento, na face norte (Face Norte) e na face sul (Portinho) da Ilha de Santa Bárbara e na Ilha Siriba, Arquipélago dos Abrolhos, BA: T1= estação mais rasa; T2= estação de profundidade intermediária; T3= estação mais funda (Face Norte e Portinho). Na Ilha Siriba, T1= estação mais rasa e T2= estação mais funda.

	Face Norte			Portinho			Siriba	
ESPÉCIES	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2
Agaricia agaricites *	0,20	0,55	0,25	0,35	0,86	0,15	0,20	0,45
Alga calcárea	10,30	12,20	16,05	13,36	22,03	22,41	12,30	15,66
Alga filamentosa	24,20	37,40	51,10	77,88	65,57	71,39	70,40	56,17
Alga frondosa	2,55	0,00	0,00	0,95	0,51	1,25	4,55	4,42
Favia gravida *	0,55	0,45	0,60	0,65	0,30	0,75	0,85	0,85
Favia leptophylla *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Millepora alcicornis *	0,00	0,00	0,55	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00
Montastrea cavernosa *	0,00	0,50	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
Mussismilia braziliensis *	17,95	10,05	16,75	3,05	4,30	2,40	0,35	9,19
Mussismilia hartti *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mussismilia hispida *	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00
Palythoa spp.	14,40	7,55	0,30	0,60	2,03	0,25	4,90	5,82
Porites astreoides *	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
Porites branneri *	0,05	0,60	0,60	0,30	0,20	0,00	0,55	0,35
Siderastrea stellata *	2,20	6,30	2,95	2,85	3,80	1,40	4,25	0,70
Zoanthus spp.	0,35	1,35	1,50	0,00	0,00	0,00	0,20	2,36
outros	27,25	23,05	8,20	0,00	0,00	0,00	1,05	3,06
Total geral	100	100	100	100	100	100	100	100
corais	20,95	18,45	22,85	7,21	9,87	4,70	6,60	12,50

* coral

5.2. Quadrados

Os dados obtidos em porcentagem de cobertura de cada espécie ou categoria de organismos bentônicos, estimada através do método de quadrados, encontram-se resumidos na Tabela III.

Tabela III: Cobertura do fundo (%) por categoria (espécies ou grupos funcionais), estimada através de 441 pontos distribuídos em grade regular em quadrados de 1x1m, com 5 réplicas por profundidade, na face norte (Face Norte) e na face sul (Portinho) da Ilha de Santa Bárbara e na Ilha Siriba, Arquipélago dos Abrolhos, BA: T1= estação mais rasa; T2= estação de profundidade intermediária; T3= estação mais funda.

	Face Norte-T1		Face Norte-T2		Face Norte-T3		Portinho-T1	
ESPÉCIES	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
Agaricia agaricites *	0,20	0,20	0,30	0,50	0,20	0,20	0,50	0,40
Alga calcárea	4,70	3,10	8,70	6,00	6,90	4,40	13,20	5,00
Alga filamentosa	52,40	20,60	51,70	12,40	57,40	20,70	74,60	7,60
Alga frondosa	0,00	0,00	0,10	0,20	0,40	0,80	0,10	0,30
Favia gravida *	0,80	0,60	0,70	0,70	0,80	0,30	0,80	0,40
Favia leptophylla *	0,00	0,00	0,30	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Millepora alcicornis *	0,00	0,00	2,20	3,50	0,90	2,00	0,00	0,00
Montastrea cavernosa *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Mussismilia braziliensis *	13,70	10,90	28,30	16,20	26,30	16,40	6,50	10,20
Mussismilia hartti *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,30	0,00	0,00
Mussismilia hispida *	0,00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,00	0,00
Palythoa spp.	19,60	21,80	0,60	1,20	0,90	1,00	0,10	0,20
Porites astreoides *	0,00	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20	0,00	0,00
Porites branneri *	0,10	0,20	0,20	0,40	0,40	0,40	0,10	0,20
Siderastrea stellata *	7,00	7,90	5,40	9,10	2,80	2,30	3,90	1,50
Zoanthus spp.	0,70	1,60	0,30	0,70	1,70	1,50	0,10	0,20
outros	0,50	0,60	1,10	1,20	0,50	0,40	0,00	0,00
Total geral	100,00		100,00		100,00		100,00	
corais	22,00	12,50	37,50	8,70	32,20	16,20	11,90	9,00

* coral

Tabela III (cont.)

	Portinho-T2		Portinho-T3		Siriba-T1		Siriba-T2	
ESPÉCIES	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
Agaricia agaricites *	0,90	1,00	0,70	1,10	0,10	0,10	0,40	0,50
Alga calcárea	17,60	5,20	17,80	8,30	8,80	3,90	14,00	6,20
Alga filamentosa	70,10	8,60	75,10	9,30	73,40	6,90	63,40	13,10
Alga frondosa	0,50	0,50	0,00	0,00	5,10	7,20	3,10	3,50
Favia gravida *	1,00	1,50	0,60	0,60	1,00	0,50	0,40	0,30
Favia leptophylla *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Millepora alcicornis *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Montastrea cavernosa *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,20
Mussismilia braziliensis *	1,60	3,00	3,30	4,50	3,30	3,70	8,80	5,20
Mussismilia hartti *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,00	0,10
Mussismilia hispida *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,50	0,40
Palythoa spp.	4,30	8,10	0,30	0,60	4,10	7,50	3,30	7,20
Porites astreoides *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Porites branneri *	0,20	0,20	0,10	0,10	0,50	0,20	0,40	0,40
Siderastrea stellata *	3,80	2,30	1,90	1,40	2,50	2,00	1,40	0,70
Zoanthus spp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,70	3,00	2,70
outros	0,00	0,00	0,30	0,50	0,40	0,20	1,20	1,00
Total geral	100,00		100,00		100,00		100,00	
corais	7,50	2,80	6,60	4,60	7,80	4,40	12,00	5,90

* coral

5.3. Análises Preliminares

Ao realizar em campo a amostragem através do método de transecto de interseções de linha, um mergulhador gasta aproximadamente 80 minutos para um transecto contínuo de 20 m. A diminuição do tamanho dessa amostra permite uma coleta de dados mais rápida. Assim, ao se analisar o número mínimo amostral para estes transectos de interseções de linha (Figs. 5-7), observou-se que 500 pontos aleatórios por linha seria um número razoável a ser amostrado. Através dos gráficos percebe-se que com um número menor de pontos ainda há uma grande oscilação da estimativa de porcentagem de cobertura. Cada gráfico representa uma única linha, sem réplicas. O resultado dessa análise foi aplicado na execução de réplicas de amostragem nas diferentes estações.

A partir desta análise, foram realizadas as réplicas dos transectos, coletando-se 500 pontos aleatórios por linha. Desta forma foi possível amostrar cada linha em 30 minutos aproximadamente, poupando-se esforço em termos de tempo gasto. Assim, para cada estação (cada profundidade em cada local) foram realizadas 5 réplicas de transectos de interseções de linha, o que viabilizou a utilização de testes estatísticos para comparação de populações ou comunidades.

Da mesma forma que para os transectos de interseções de linha, estimou-se o tempo aproximado de amostragem para o método de quadrados. Obteve-se para cada unidade amostral um tempo de aproximadamente 60 minutos para cada observador.

Para amostragens com quadrados no Arquipélago dos Abrolhos, idealmente seriam necessários ao menos 100 pontos por réplica para uma área de $1m^2$ (Figs. 8-10). Como a coleta de dados é realizada praticamente da mesma forma com 441 ou 100 pontos, através de uma regra de três simples estimou-se que seriam necessários cerca de 13 minutos por observador para cada réplica de quadrado com 100 pontos.

As análises de "multidimensional scaling" (MDS) realizadas a partir dos fragmentos de 1m dos transectos contínuos de interseções de linha indicam que para as linhas do Portinho, da Ilha Siriba e da estação T3 (mais funda) da Face Norte não houve proximidade marcante entre metros consecutivos, que excluísse qualquer sobreposição com metros adjacentes (Figs. 11-15, 18). No entanto, observa-se nas estações T1 e T2 da Face Norte um agrupamento dos últimos metros de cada transecto. Em T1 os metros 18, 19

e 20 agrupam-se á direita no gráfico (Fig. 16). Em T2 os metros de 16 a 20 também se apresentam separados do restante da amostragem, aparecendo sozinhos à direita no gráfico (Fig. 17).

Na avaliação da heterogeneidade local, o "multidimensional scaling" (MDS) construído a partir dos fragmentos de 5m de comprimento dos transectos contínuos de 20m de comprimento não mostrou diferenças da comunidade de corais com relação à profundidade na Face Norte da Ilha de Santa Bárbara e do Portinho (Figs. 19 e 20). Também não há proximidade entre amostras correspondentes de fragmentos consecutivos da mesma linha e de fragmentos de linhas diferentes oriundos do mesmo setor das estações (início, meio ou fim). No Portinho, existe uma tendência, embora não bem definida, dos fragmentos iniciais (a e b) das três estações aparecerem na parte inferior do gráfico (Fig. 20), enquanto os fragmentos finais (c e d) estão principalmente na parte superior. Entretanto, esta tendência é amenizada pela mistura de características em escala menor (ver Figs. 11-13). No entanto, na Face Norte os fragmentos finais de T1 e T2 apresentam-se claramente distintos do restante das linhas. Nos gráficos estes fragmentos estão isolados, distantes de todos os demais fragmentos (Figs. 16, 17). Na Ilha Siriba houve uma diferenciação dos transectos realizados a 1,9 (estação T1) e 2,9 metros (estação T2) de profundidade. Os fragmentos de T2 ficaram concentrados á direita no gráfico (Fig. 21)

Observando-se as análises com fragmentos de transectos de interseções de linha de 1m (Figs. 11-18), percebe-se que, à exceção das estações T1 e T2 da Face Norte não há formação de grupos com metros sucessivos de cada transecto de interseções de linha. A amostragem com quadrados foi realizada exatamente na mesma área das linhas. Assim, assumiu-se que a aleatoriedade apresentada pelas linhas representa a área amostrada. Desta forma, considerou-se ainda que a amostragem sistemática com quadrados a intervalos regulares é válida, neste caso, para testes estatísticos, pois não deve haver dependência entre as unidades amostrais.

5.4. Transectos de Interseções Pontuais de Linha

Após as análises preliminares dos dados obtidos através dos transectos contínuos de interseções de linhas de 20m, foi realizada uma nova amostragem com 500 pontos

aleatórios em cada transecto de 20 m de comprimento. Os resultados dessa amostragem, também em porcentagem de cobertura dos organismos, encontram-se na Tabela IV.

Tabela IV: Cobertura do fundo (%) por categoria (espécies ou grupos funcionais), estimada através de amostragem com transectos de interseções pontuais (n=5) em linha de 20 metros de comprimento (com 5 réplicas por estação), na face norte (Face Norte) e na face sul (Portinho) da Ilha de Santa Bárbara e na Ilha Siriba, Arquipélago dos Abrolhos, BA: T1= estação mais rasa; T2= estação de profundidade intermediária; T3= estação mais funda; média = média dos transectos (n=5); desvio = desvio padrão.

	Face Norte T1		Face Norte T2		Face Norte T3		Face Norte Média total		Portinho T1	
ESPÉCIES	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
A. agaricites *	0,36	0,17	0,52	0,46	1,22	0,86	0,70	0,65	0,40	0,40
alga calcárea	13,05	3,10	12,34	1,05	17,74	2,38	14,38	3,29	16,16	1,87
alga filamentosa	47,30	11,69	49,10	10,46	45,84	4,22	47,41	8,79	74,44	4,16
alga frondosa	3,50	0,86	2,79	1,65	0,08	0,11	2,12	1,82	1,83	0,83
F. gravida *	0,89	0,50	0,68	0,42	0,72	0,53	0,76	0,46	0,60	0,28
F. leptophylla *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M. alcicornis *	0,00	0,00	0,08	0,18	1,13	1,26	0,41	0,87	0,00	0,00
M. cavernosa *	0,00	0,00	0,28	0,30	1,00	0,63	0,43	0,57	0,04	0,09
M. braziliensis *	11,02	4,00	12,69	5,91	24,50	6,24	16,07	8,01	1,87	1,67
M. hartti *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,51	0,14	0,34	0,00	0,00
M. hispida *	0,57	0,49	0,04	0,09	0,00	0,00	0,20	0,38	0,16	0,26
Palythoa spp.	12,19	2,20	10,82	2,63	1,28	1,68	8,09	5,42	0,44	0,33
P. astreoides *	0,00	0,00	0,08	0,18	0,04	0,09	0,04	0,11	0,00	0,00
P. branneri *	0,20	0,14	0,48	0,61	0,49	0,30	0,39	0,40	0,48	0,57
S. stellata *	4,84	4,04	3,47	1,62	2,26	1,10	3,52	2,64	3,11	1,05
Zoanthus spp.	0,36	0,09	1,37	0,64	1,54	0,22	1,09	0,65	0,04	0,09
outros	5,72	12,46	5,25	10,72	1,76	3,50	4,24	9,17	0,44	0,66
Total geral	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	
corais	17,87	1,81	18,33	5,55	31,77	6,29	22,66	8,10	6,65	2,06

* coral

Tabela IV (cont.)

	Portinho T2		Portinho T3		Portinho Média total		Siriba T1		Siriba T2		Siriba Média total	
ESPÉCIES	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
A. agaricites *	0,97	0,43	0,62	0,54	0,66	0,49	0,28	0,18	0,56	0,61	0,42	0,45
alga calcárea	18,48	6,84	16,51	3,93	17,05	4,46	13,75	2,49	19,51	3,80	16,63	4,29
alga filamentosa	70,51	8,73	75,03	6,24	73,33	6,49	59,87	8,19	55,45	3,42	57,66	6,36
alga frondosa	0,52	0,64	0,68	0,67	1,01	0,90	9,47	5,77	3,90	2,39	6,68	5,09
F. gravida *	0,36	0,09	0,40	0,48	0,46	0,32	0,93	0,36	0,89	0,28	0,91	0,31
F. leptophylla *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,44	0,00	0,00	0,10	0,31
M. alcicornis *	0,20	0,45	0,04	0,09	0,08	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M. cavernosa *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,08	0,18	0,20	0,20	0,14	0,19
*M. braziliensis**	3,19	0,70	4,10	3,80	3,05	2,44	6,67	5,91	7,29	1,35	6,98	4,06
M. hartti *	0,20	0,20	0,08	0,19	0,09	0,17	0,00	0,00	0,08	0,18	0,04	0,13
M. hispida *	0,00	0,00	0,16	0,22	0,11	0,20	0,52	0,51	0,12	0,18	0,32	0,42
Palythoa spp.	0,64	1,33	0,44	0,61	0,51	0,81	3,80	1,50	7,03	2,07	5,41	2,41
P. astreoides *	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,27	0,16	0,25
P. branneri *	0,25	0,23	0,17	0,27	0,30	0,38	0,40	0,25	0,57	0,27	0,49	0,26
S. stellata *	3,79	1,63	1,05	0,64	2,65	1,63	2,73	1,26	1,77	0,92	2,25	1,16
Zoanthus spp.	0,16	0,37	0,16	0,26	0,12	0,25	0,40	0,31	1,38	0,84	0,89	0,79
outros	0,71	1,16	0,57	0,48	0,57	0,77	0,89	1,35	0,93	1,24	0,91	1,23
Total geral	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	
corais	8,96	2,15	6,61	4,06	7,41	2,92	11,82	8,00	11,81	1,72	11,72	5,19

5.5. Comparação entre Métodos

A comparação entre os métodos de quadrados e transectos de interseções pontuais de linha, realizada através da análise de similaridades (ANOSIM), através de matrizes de similaridade (Bray-Curtis), fornece um alto nível de significância (47,9%, R = -0,018) de probabilidade das diferenças encontradas serem devidas ao acaso. Portanto, não é possível rejeitar a hipótese nula (os métodos apresentarem resultados iguais).

Assim, não foi possível observar diferenças estatisticamente significativas entre os resultados das amostragens feitas através dos quadrados e dos transectos de interseções de linha, da forma como foram realizados.

5.6. Caracterização das Comunidades

Os resultados das análises em "Multidimensional Scaling" (MDS) realizadas para caracterização das comunidades e comparação das estações de cada local foram apresentados no subcapítulo 5.3. (Análises Preliminares) (Figs. 11-21).

Na análise de similaridades (ANOSIM) entre os transectos de interseções pontuais de linha, as estações (profundidades) de cada local foram comparadas entre si. Para as estações do Portinho obteve-se um nível de significância global de 11,8%, e as comparações entre as estações uma a uma também resultaram em valores superiores a 10% (Tabela V). Não foram detectadas diferenças significativas entre as estações deste local, que permitam rejeitar a hipótese nula (as estações serem iguais em termos de composição e abundâncias relativas das espécies). Na Face Norte, o nível de significância da amostra foi de 0,5%, e as análises mostram que apenas a estação 3 (T3) difere significativamente das demais. Na Ilha Siriba o nível de significância obtido foi de 1,6%, mostrando portanto que T1 e T2 diferem significativamente entre si (Tabela V).

Tabela V: Comparação entre as estações (profundidades) de cada local, indicada através da análise de similaridades (ANOSIM), entre matrizes de similaridade (Bray-Curtis). R= estatística global da amostra; Portinho = face sul da Ilha de Santa Bárbara; Face Norte= face norte da Ilha de Santa Bárbara; Siriba= Ilha Siriba; *= estações significativamente diferentes.

Local	R	Nível significância global	Estações	Nível significância
Portinho	0,13	11,8%	T1, T2	13,5%
			T1, T3	15,9%
			T2, T3	23,0%
Face Norte	0,441	0,5%	T1, T2	59,5%
			T1, T3	0,8% *
			T2, T3	1,6% *
Siriba	0,380		T1, T2	1,6% *

Os índices de diversidade de Simpson e Shannon-Wiener e de equitatividade de Heip para cada estação amostrada, bem como os valores totais para cada local estão apresentados na Tabela VI. Os resultados mostram que a Face Norte apresenta os menores

valores de diversidade e de equitatividade. A riqueza de espécies é muito baixa, variando de 9 a 10 espécies de corais, dependendo do local amostrado (Tabela VI).

Tabela VI: Riqueza específica de corais (S), índices de diversidade de Shanon-Weaner (H') e Simpson (λ), e equitatividade de Heip, calculados a partir da porcentagem de cobertura de corais nas estações T1 (mais rasa), T2 (intermediária) e T3 (mais funda) da face norte (Face Norte) e da face sul (Portinho) da Ilha de Santa Bárbara e estaçòes T1 (mais rasa) e T2 (mais funda) da Ilha Siriba, no Arquipélago dos Abrolhos, BA. n=5; DP = desvio padrão.

		S	H'		λ		Heip	
			Média	DP	Média	DP	Média	DP
Face Norte	T1	6	0,32	0,10	0,48	0,18	0,08	0,02
	T2	9	0,28	0,11	0,49	0,15	0,07	0,02
	T3	9	0,29	0,06	0,40	0,10	0,05	0,01
	Total	10	0,3	0,09	0,46	0,14	0,07	0,02
Portinho	T1	7	0,38	0,07	0,63	0,11	0,12	0,02
	T2	7	0,39	0,02	0,69	0,06	0,10	0,01
	T3	8	0,31	0,09	0,57	0,11	0,10	0,03
	Total	9	0,36	0,07	0,63	0,10	0,11	0,02
Siriba	T1	8	0,54	0,08	0,64	0,08	0,15	0,03
	T2	9	0,53	0,09	0,58	0,10	0,12	0,02
	Total	10	0,54	0,08	0,61	0,09	0,13	0,03

A análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) comparando o índice de Simpson entre as estações (profundidades) dentro de cada local não resultou em diferenças significativas ($p>0,05$). Portanto, não foi possível detectar diferenças significativas de diversidade dos corais entre as diferentes profundidades da Face Norte, Portinho ou Siriba.

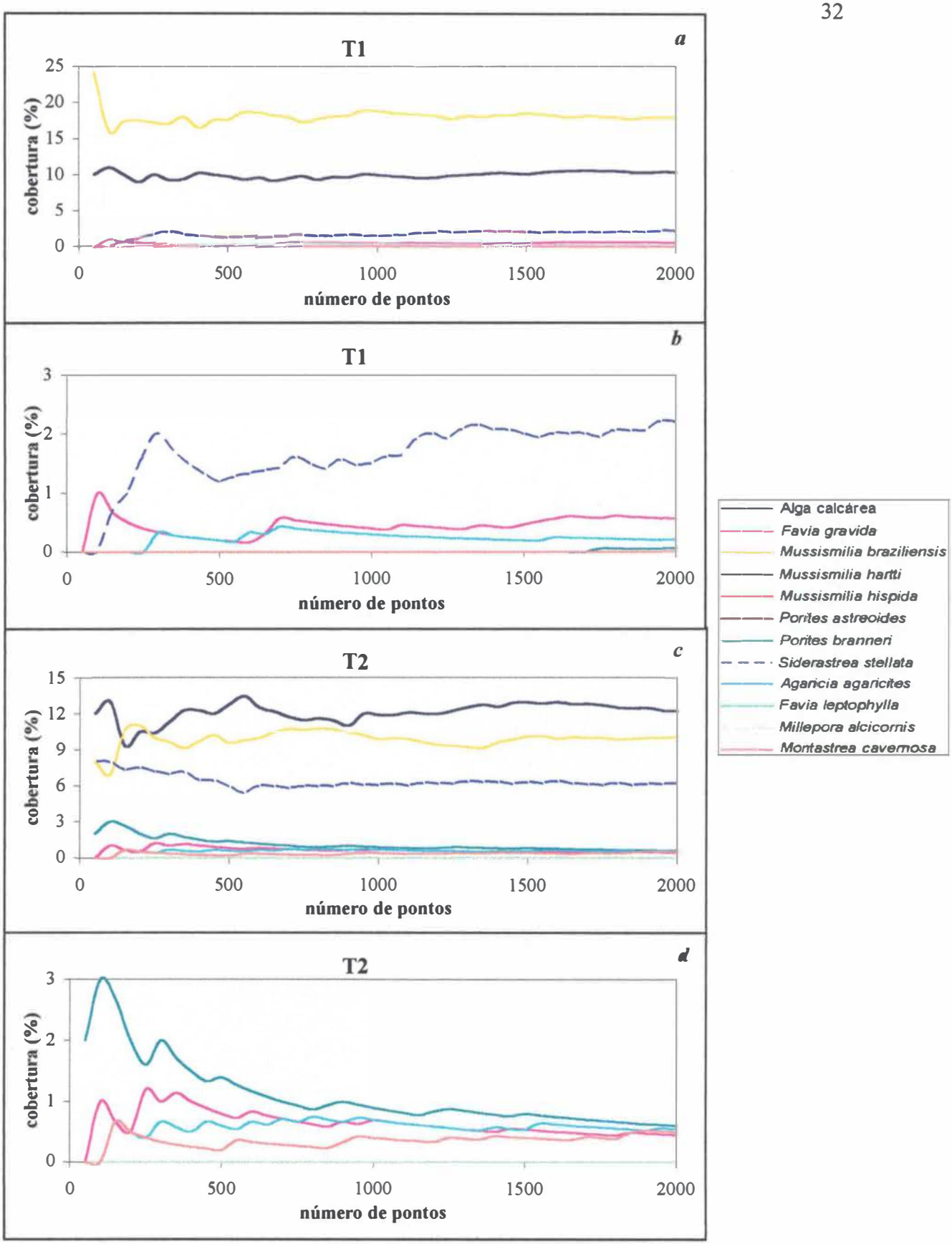


Figura 5: Variação da estimativa do percentual de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para a Face Norte da Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária; T3 = estação mais funda. *a*, *c* e *e* = maior escala; *b*, *d* e *f* = menor escala (detalhe de *a*, *c* e *e*).

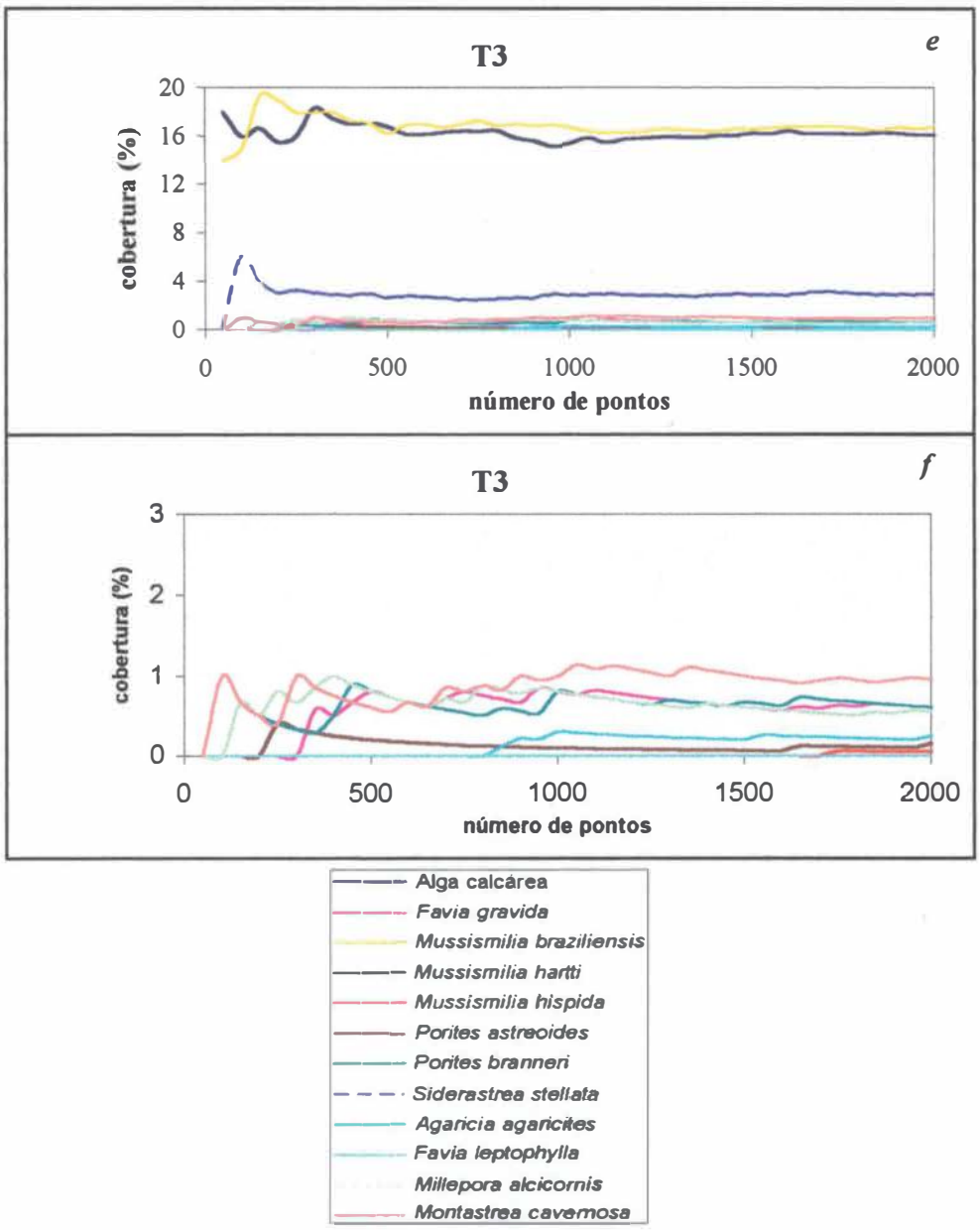


Figura 5 (cont.)

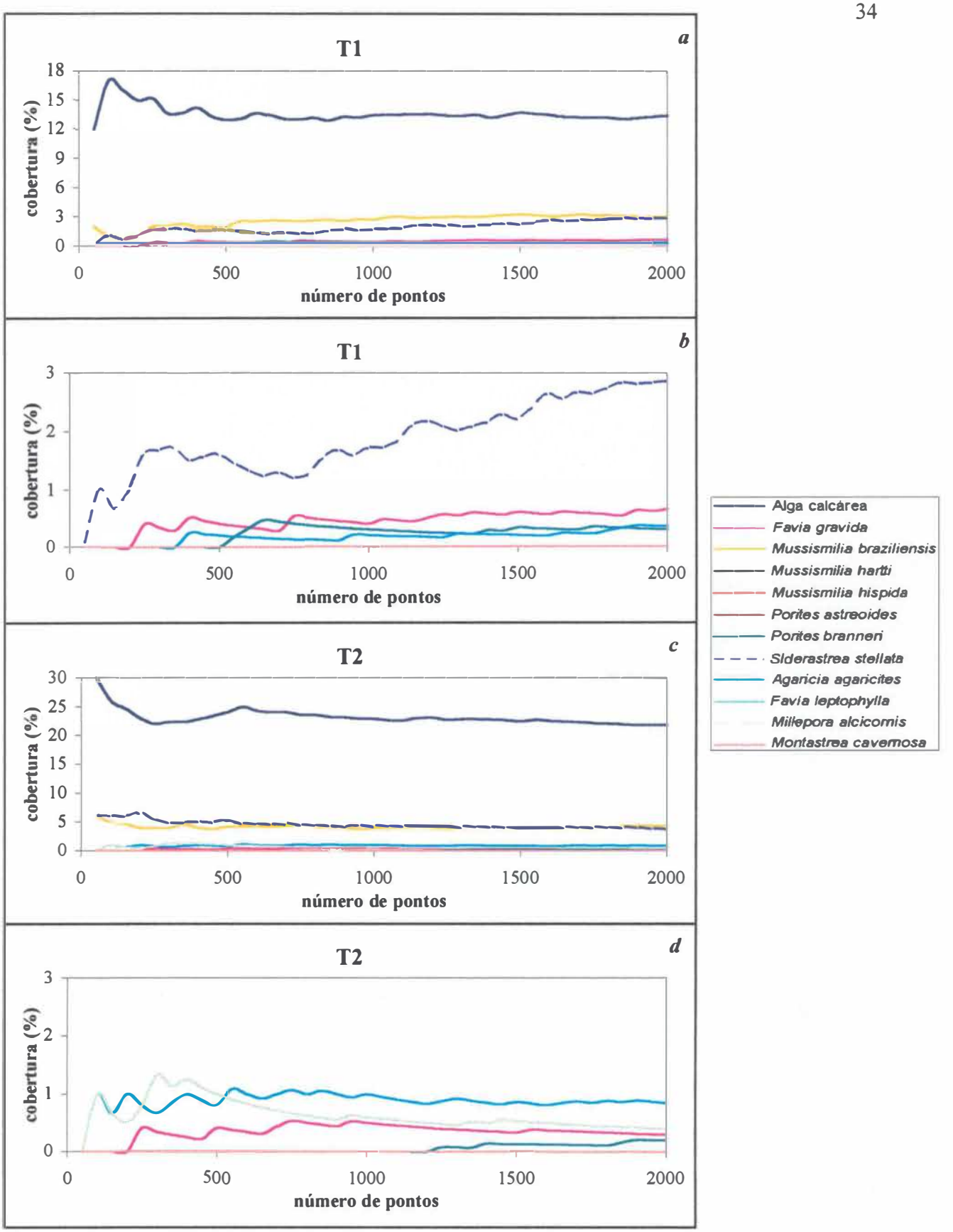


Figura 6: Variação da estimativa do percentual de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para o Portinho, Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária; T3 = estação mais funda. *a*, *c* e *e* = maior escala; *b*, *d* e *f* = menor escala (detalhe de *a*, *c* e *e*).

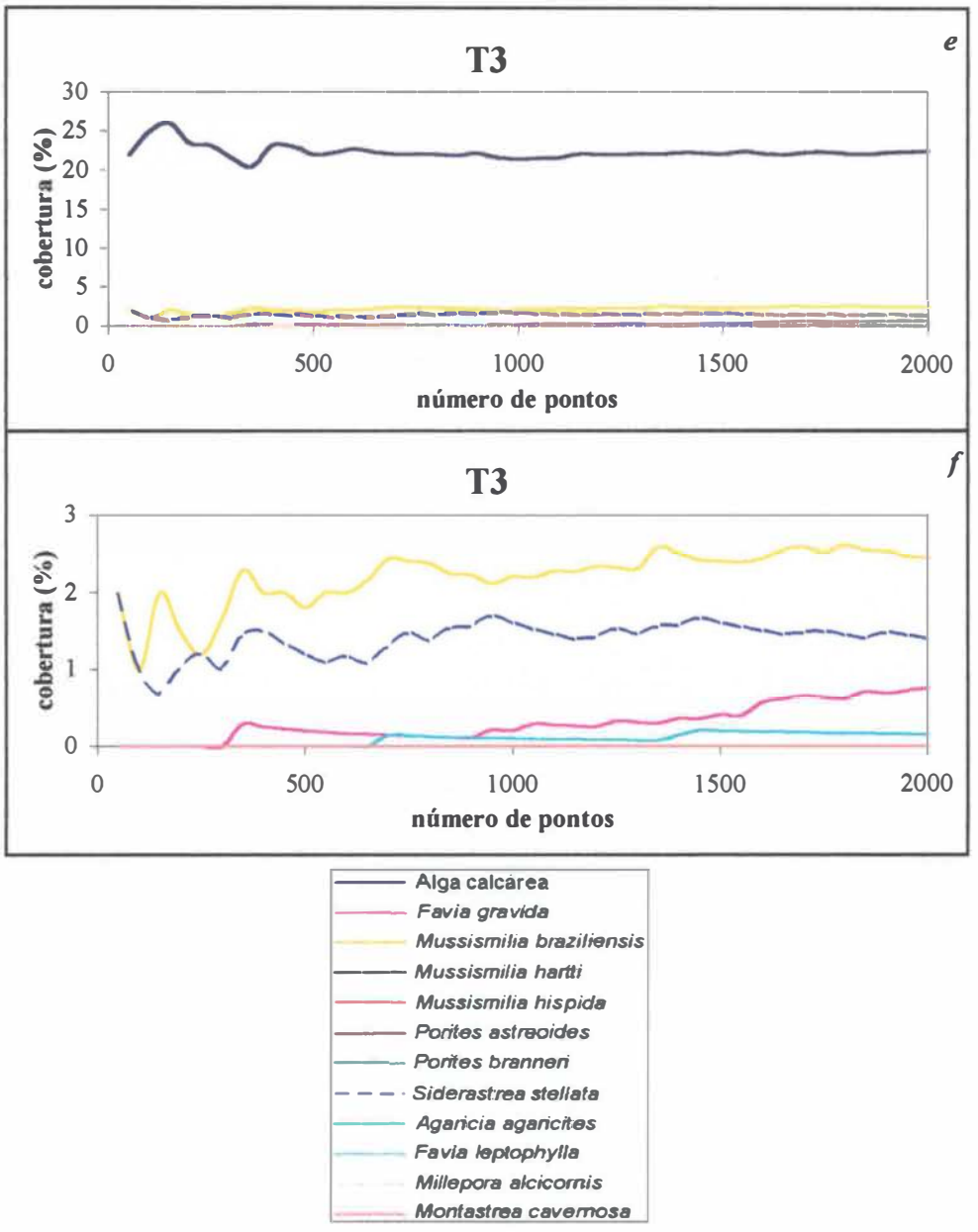


Figura 6 (cont.)

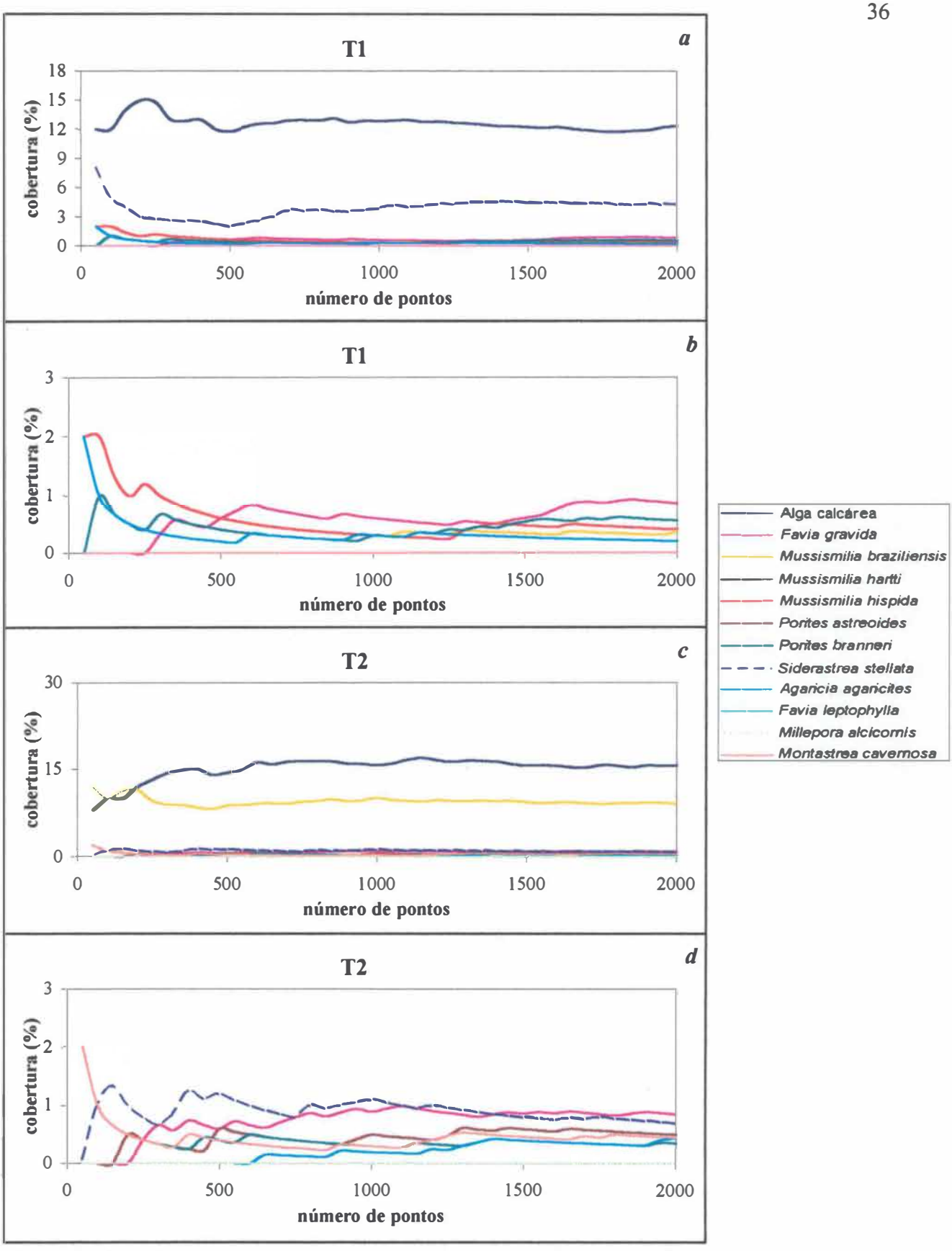


Figura 7: Variação da estimativa do percentual de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para a Ilha Siriba, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária; T3 = estação mais funda. *a* e *c* = maior escala; *b* e *d* = menor escala (detalhe de *a* e *c*).

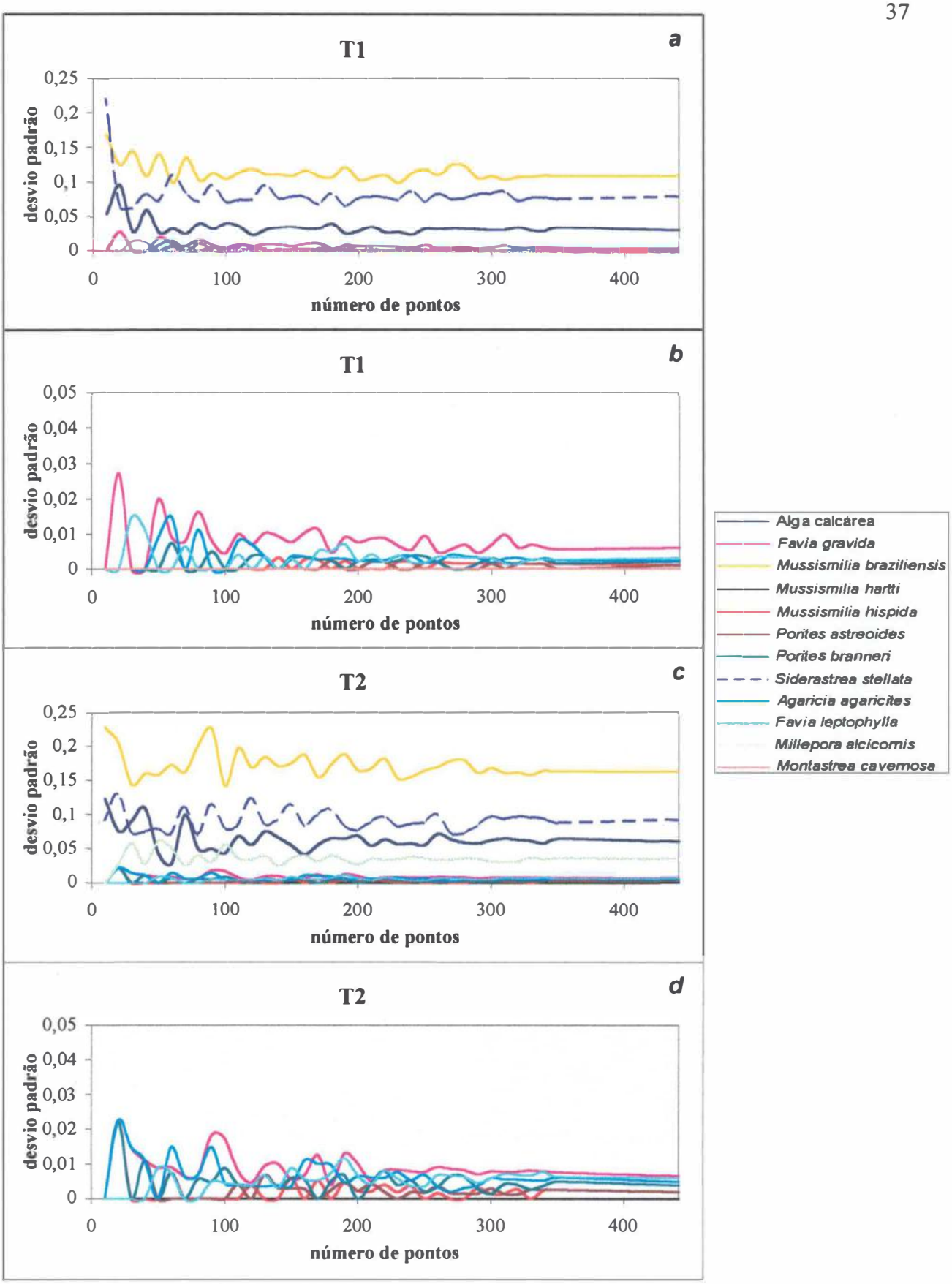


Figura 8: Variação do desvio padrão das estimativas de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para a Face Norte da Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária; T3 = estação mais funda. *a*, *c* e *e* = maior escala; *b*, *d* e *f* = menor escala (detalhe de *a*, *c* e *e*).

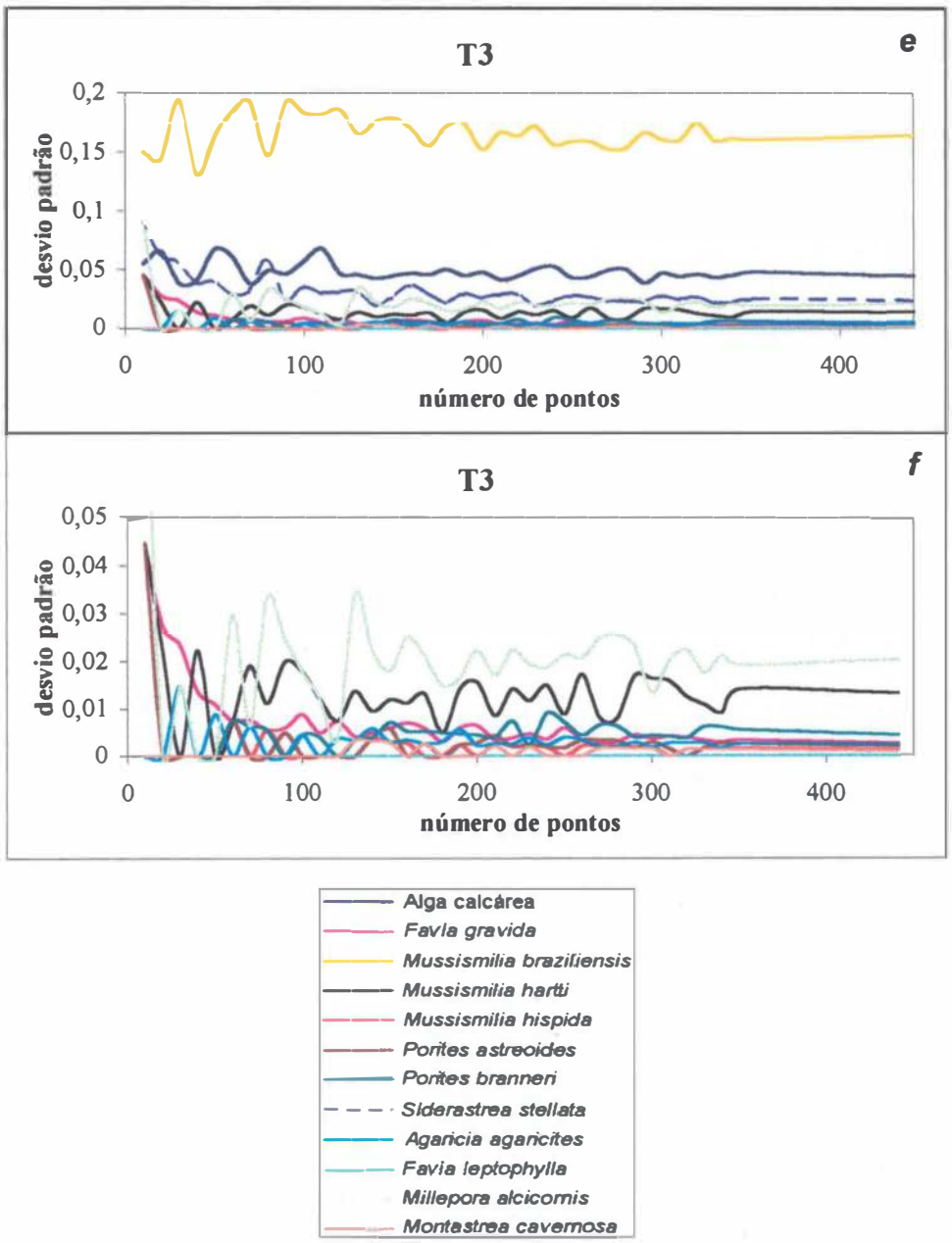


Figura 8 (cont.)

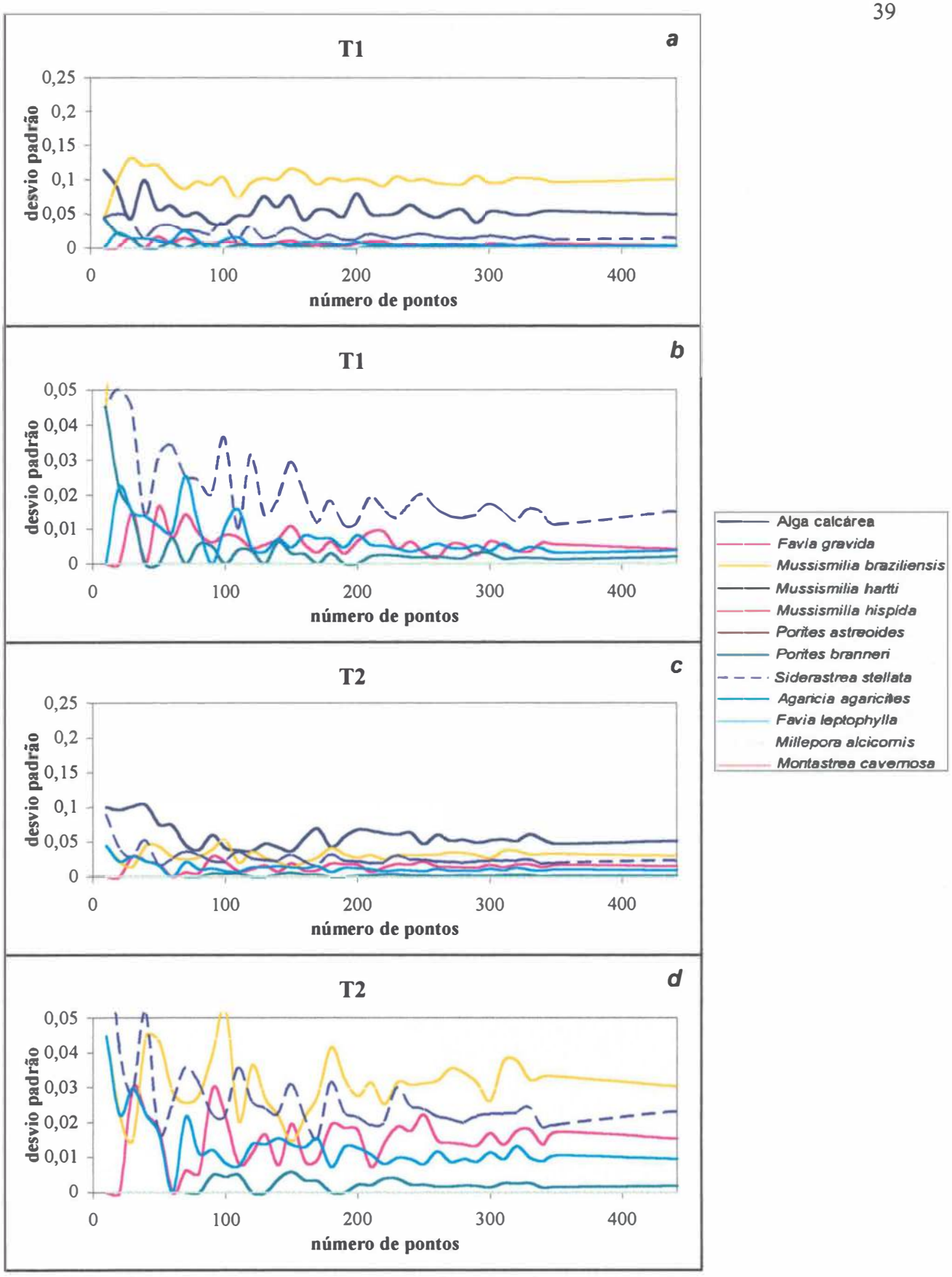


Figura 9: Variação do desvio padrão das estimativas de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para o Portinho, Ilha de Santa Bárbara, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária; T3 = estação mais funda. *a*, *c* e *e* = maior escala; *b*, *d* e *f* = menor escala (detalhe de *a*, *c* e *e*).

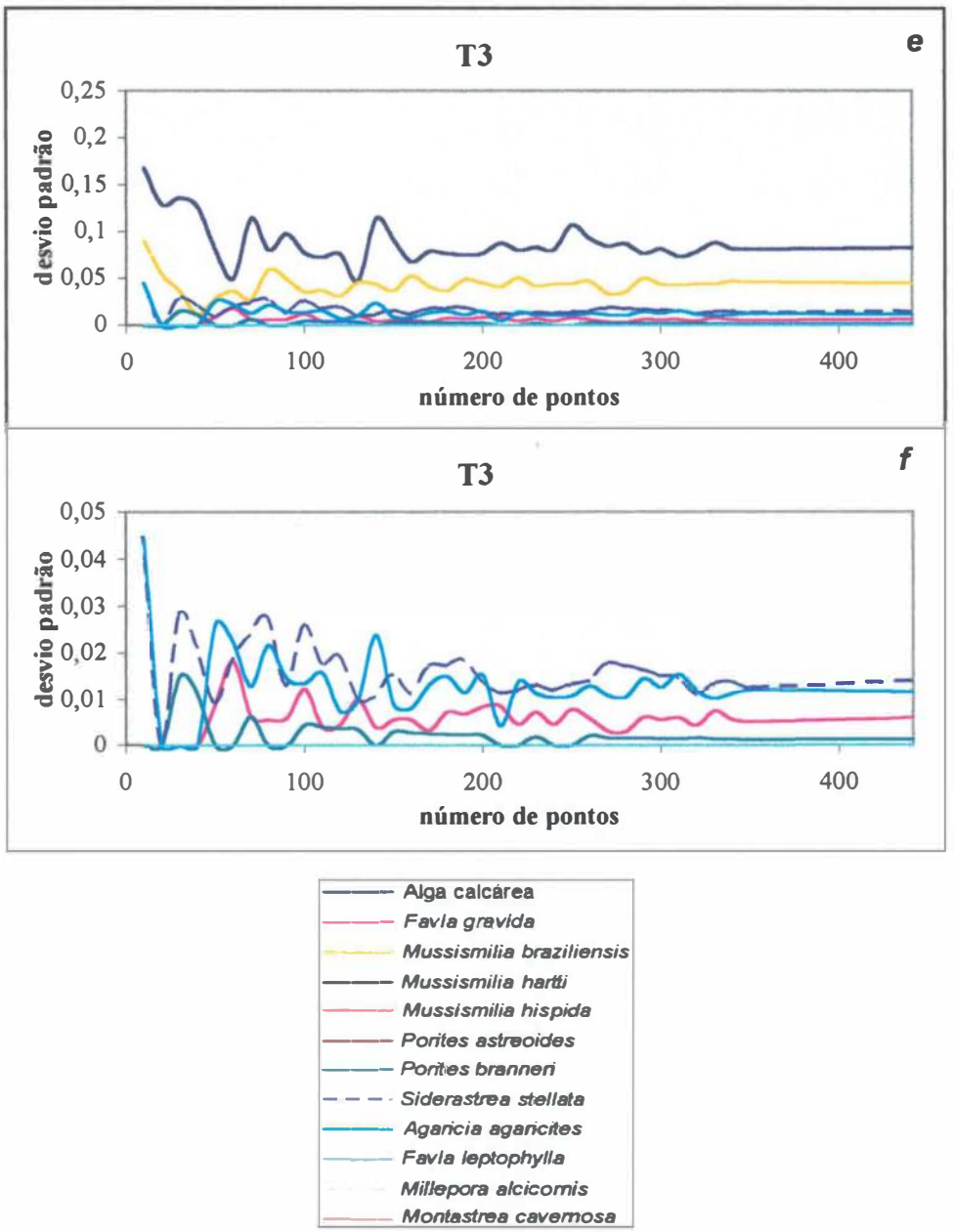


Figura 9 (cont.)

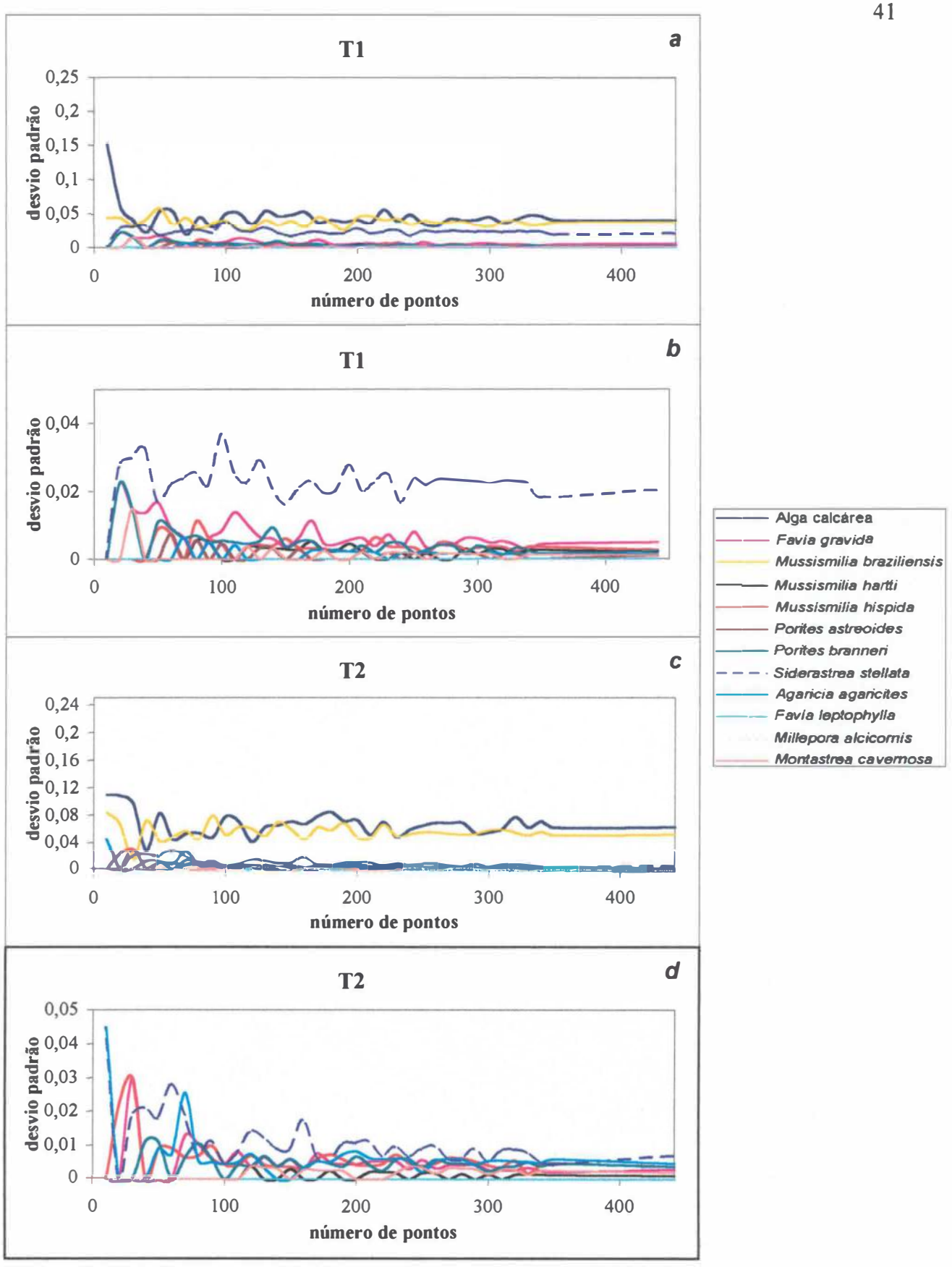


Figura 10: Variação do desvio padrão das estimativas de cobertura de corais e algas calcárias em função de subamostragens para a Ilha Siriba, Arquipélago dos Abrolhos. T1 = estação mais rasa; T2 = estação mais funda. *a* e *c* = maior escala; *b* e *d* = menor escala (detalhe de *a* e *c*).

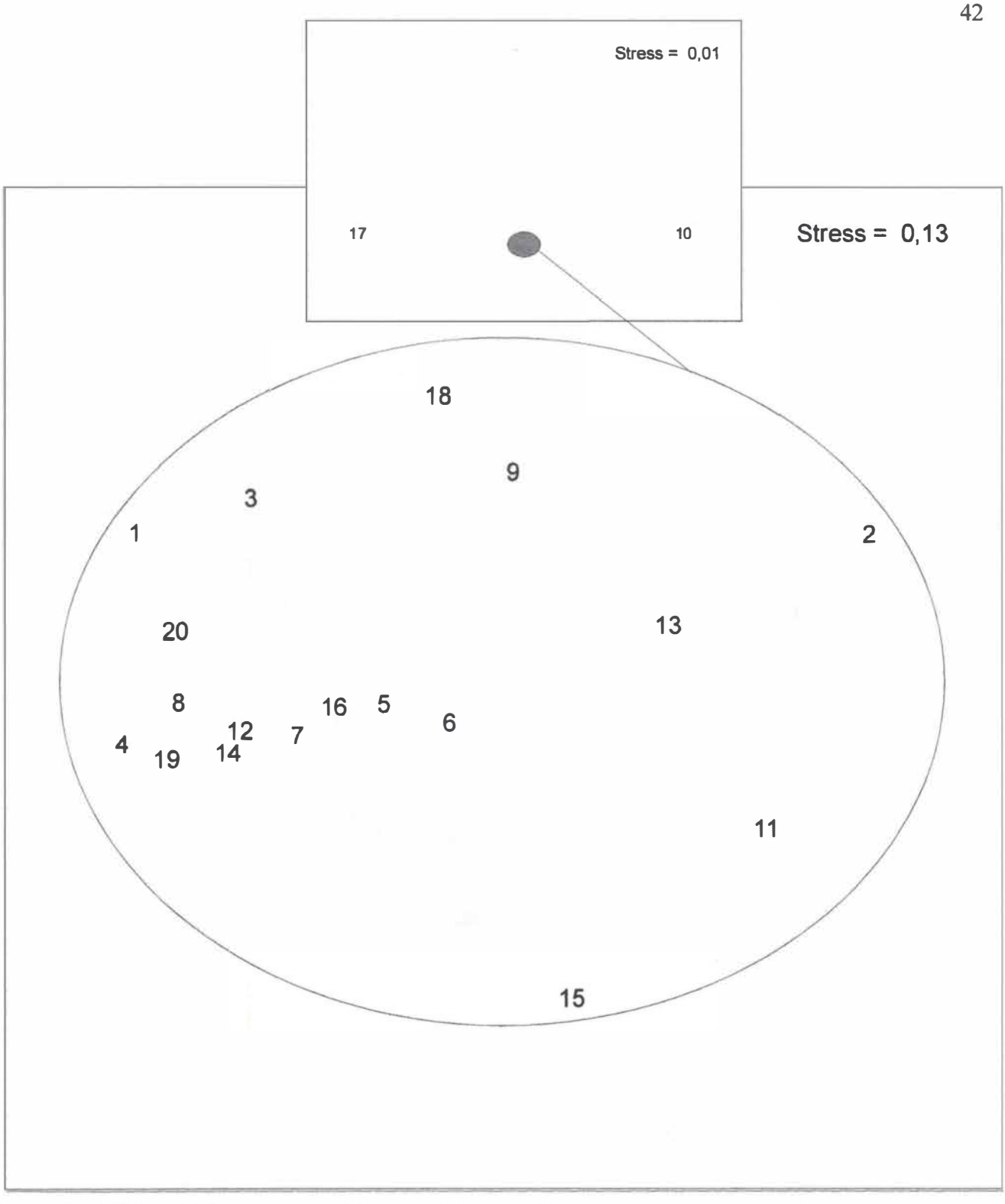


Figura 11: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T1 do Portinho (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

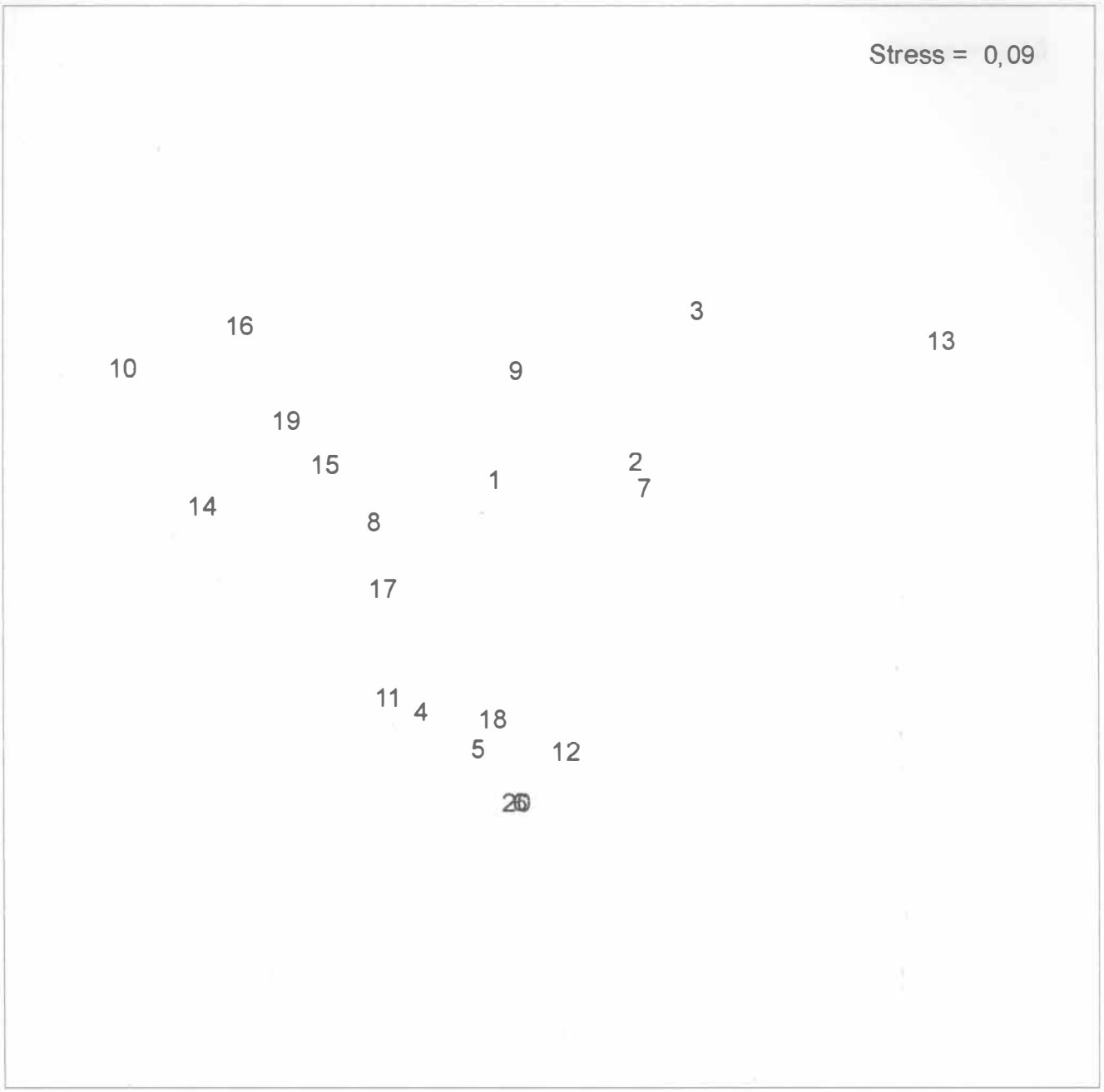


Figura12: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1 m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T2 do Portinho (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

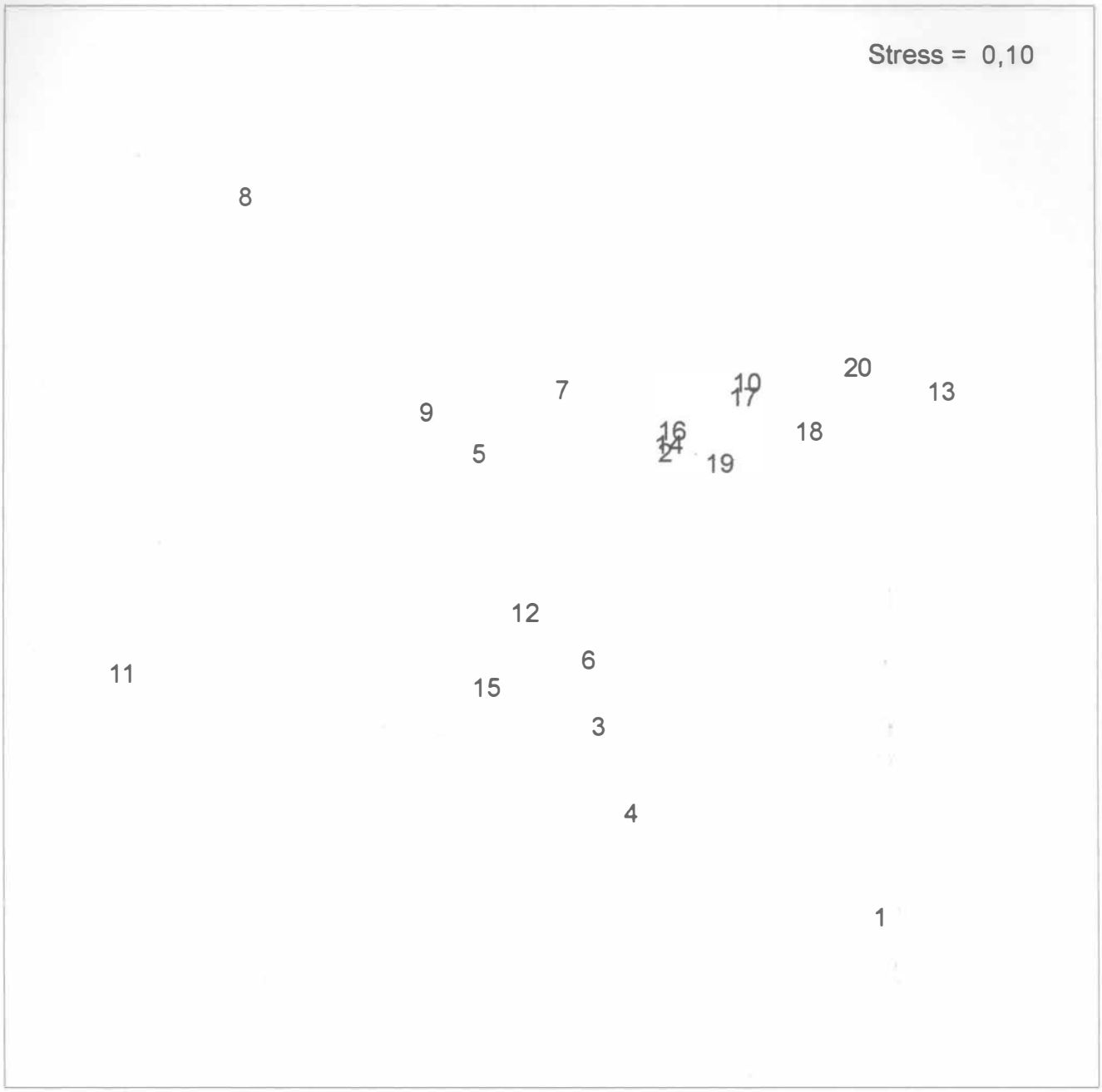


Figura 13: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T3 do Portinho (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

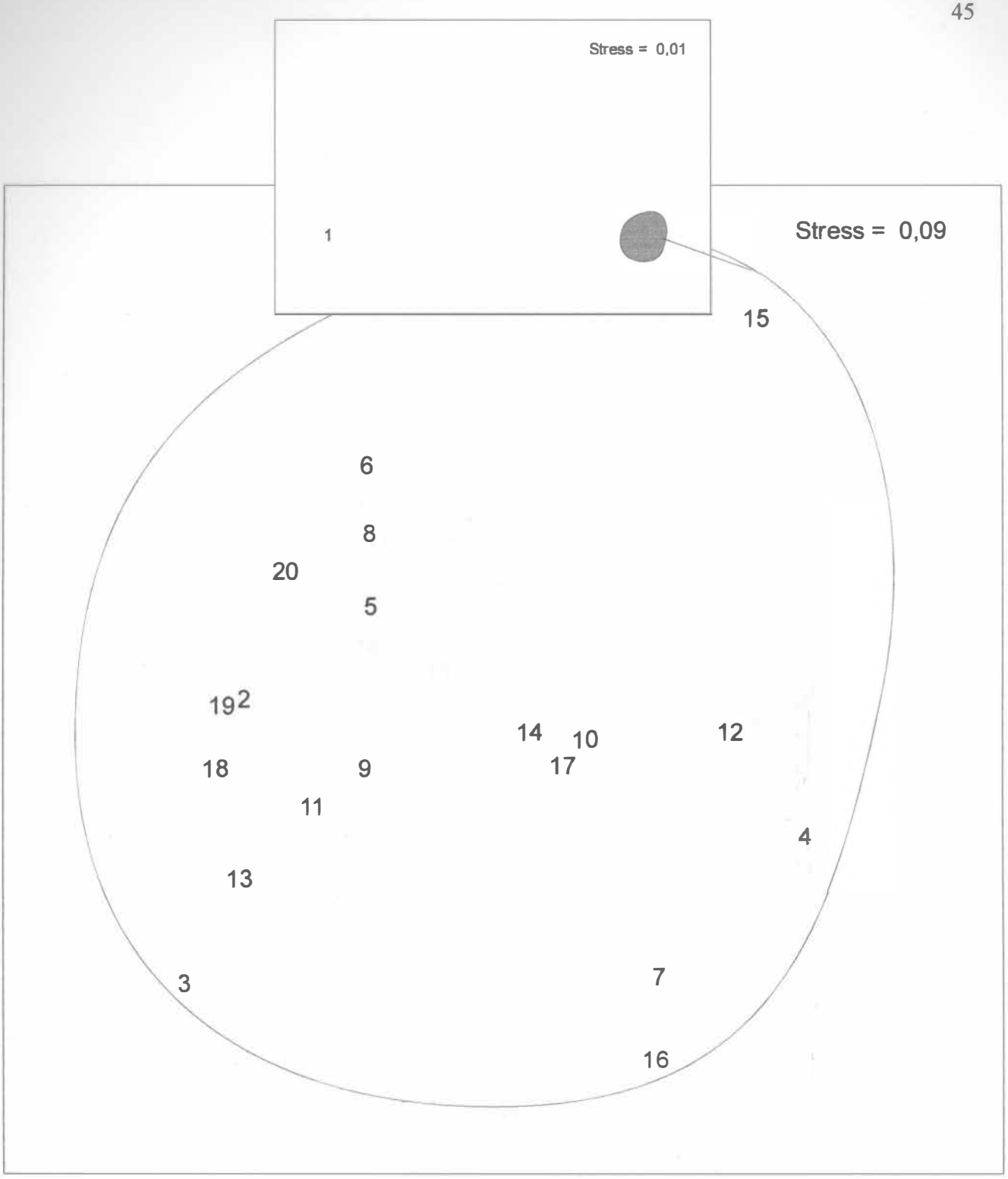


Figura 14: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T1 da Ilha Siriba, utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

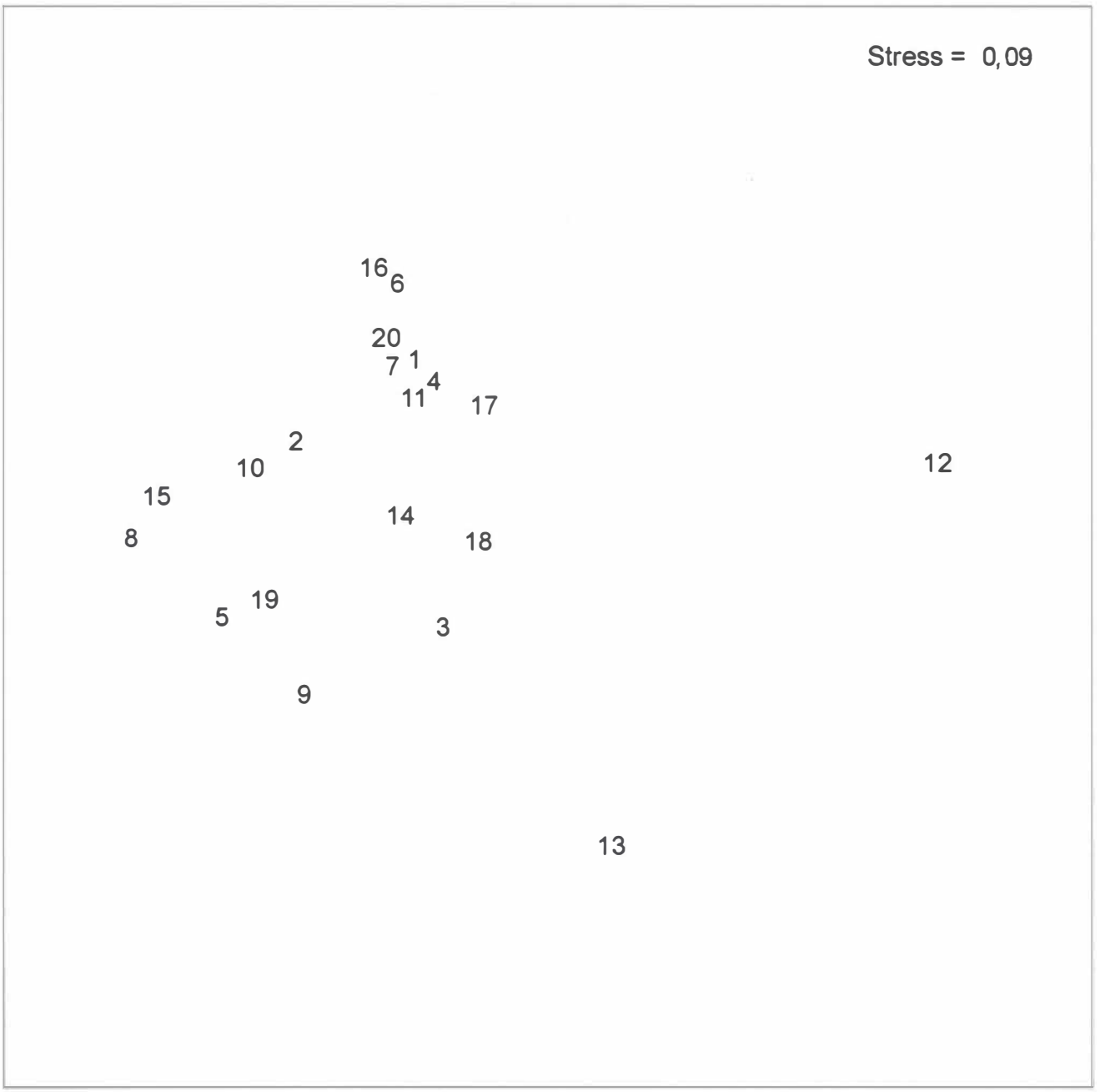


Figura 15: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T2 da Ilha Siriba, utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

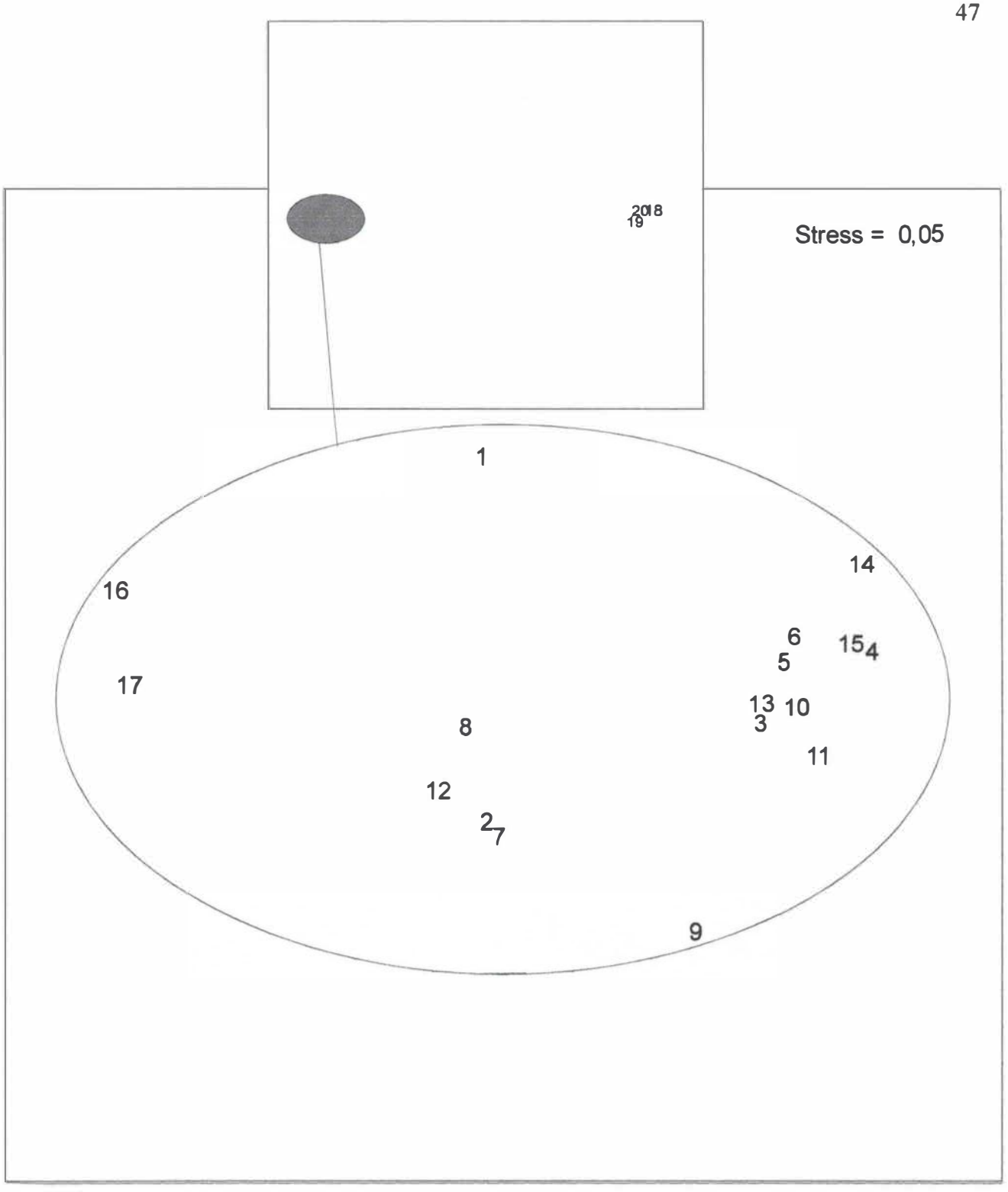


Figura 16: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T1 da Face Norte (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

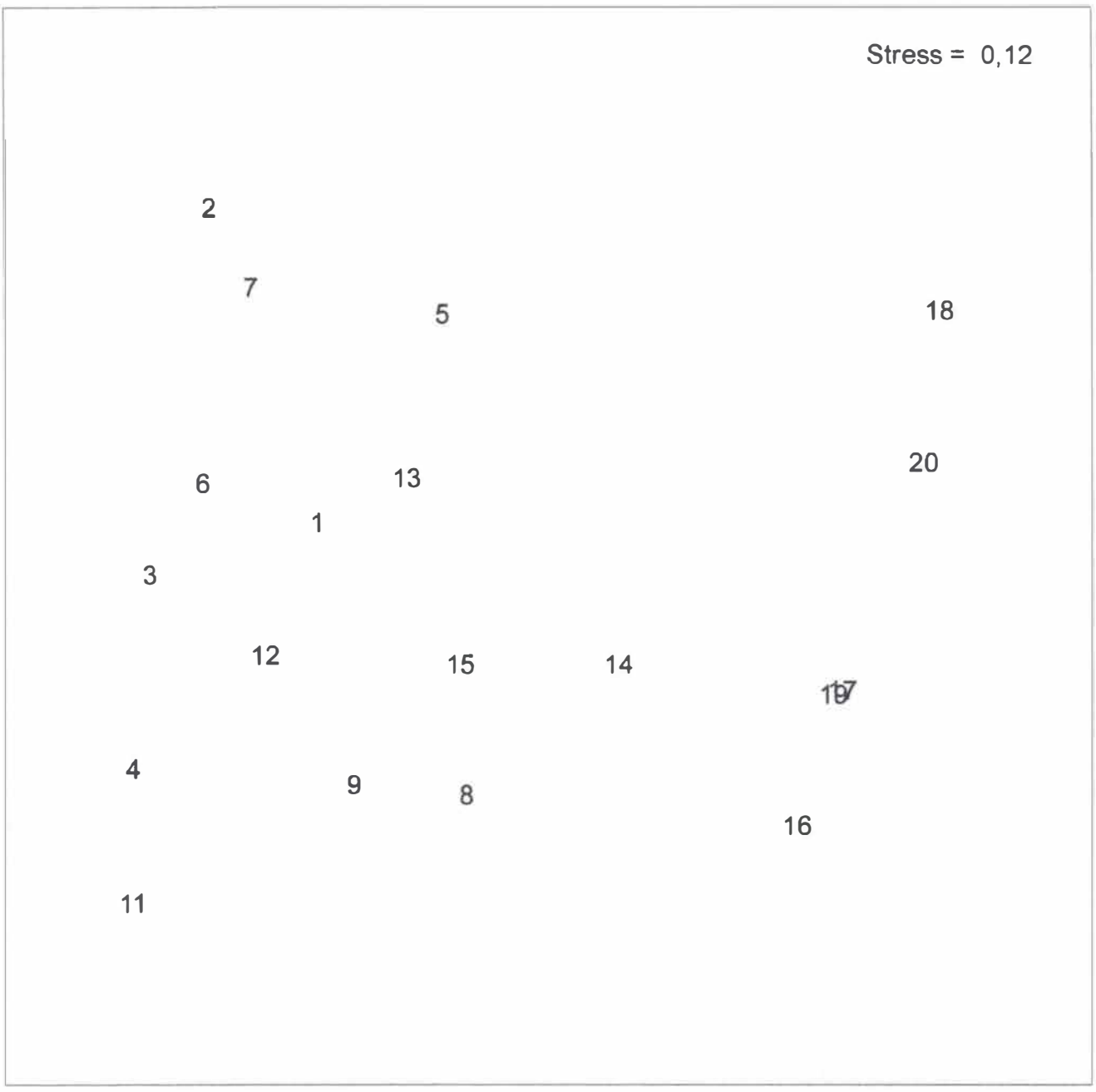


Figura 17: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T2 da Face Norte (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

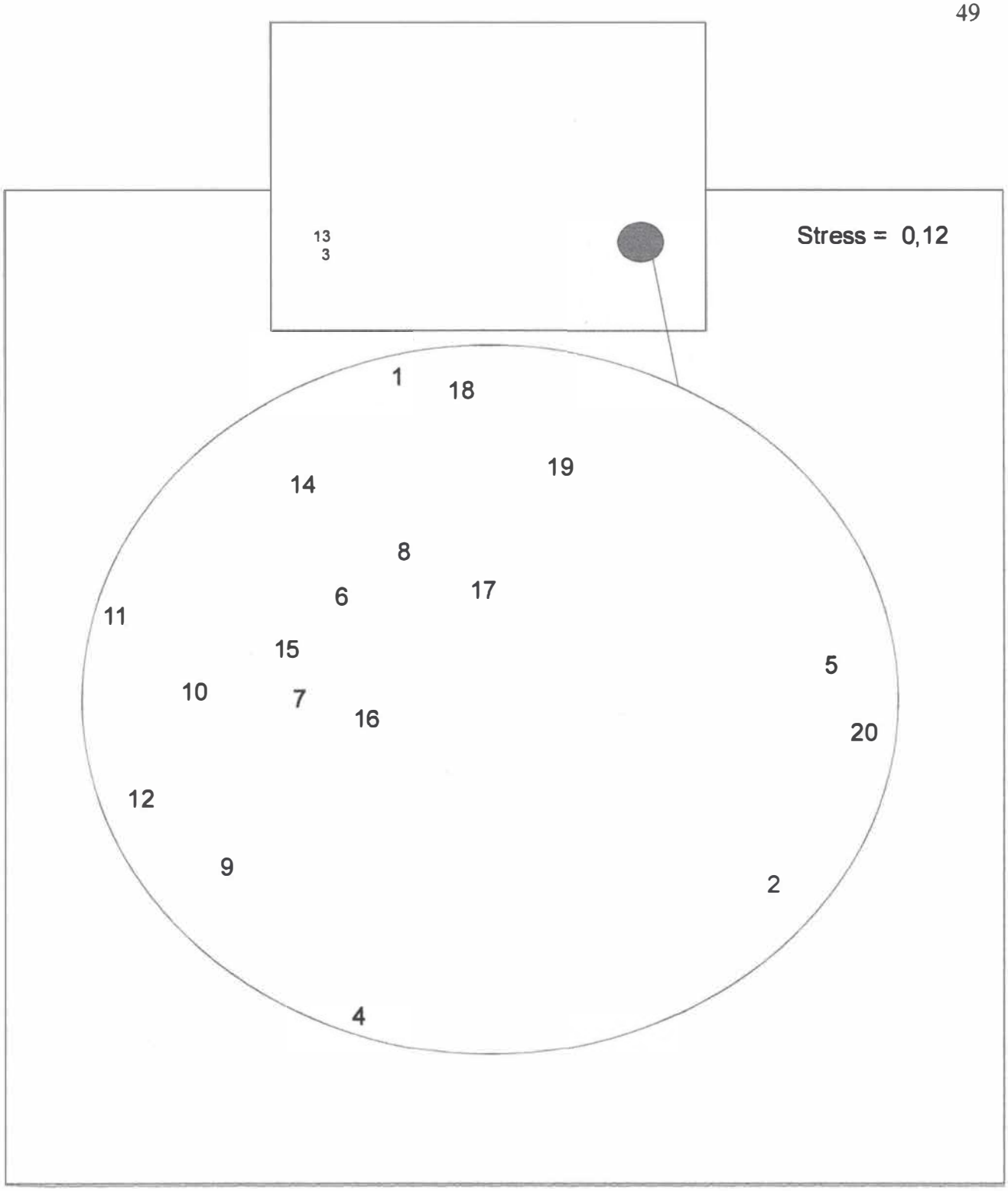


Figura 18: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 1m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na estação T3 da Face Norte (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. Os números de 1 a 20 correspondem aos fragmentos desde o metro 1 ao metro 20 de um mesmo transecto contínuo de interseção de linhas.

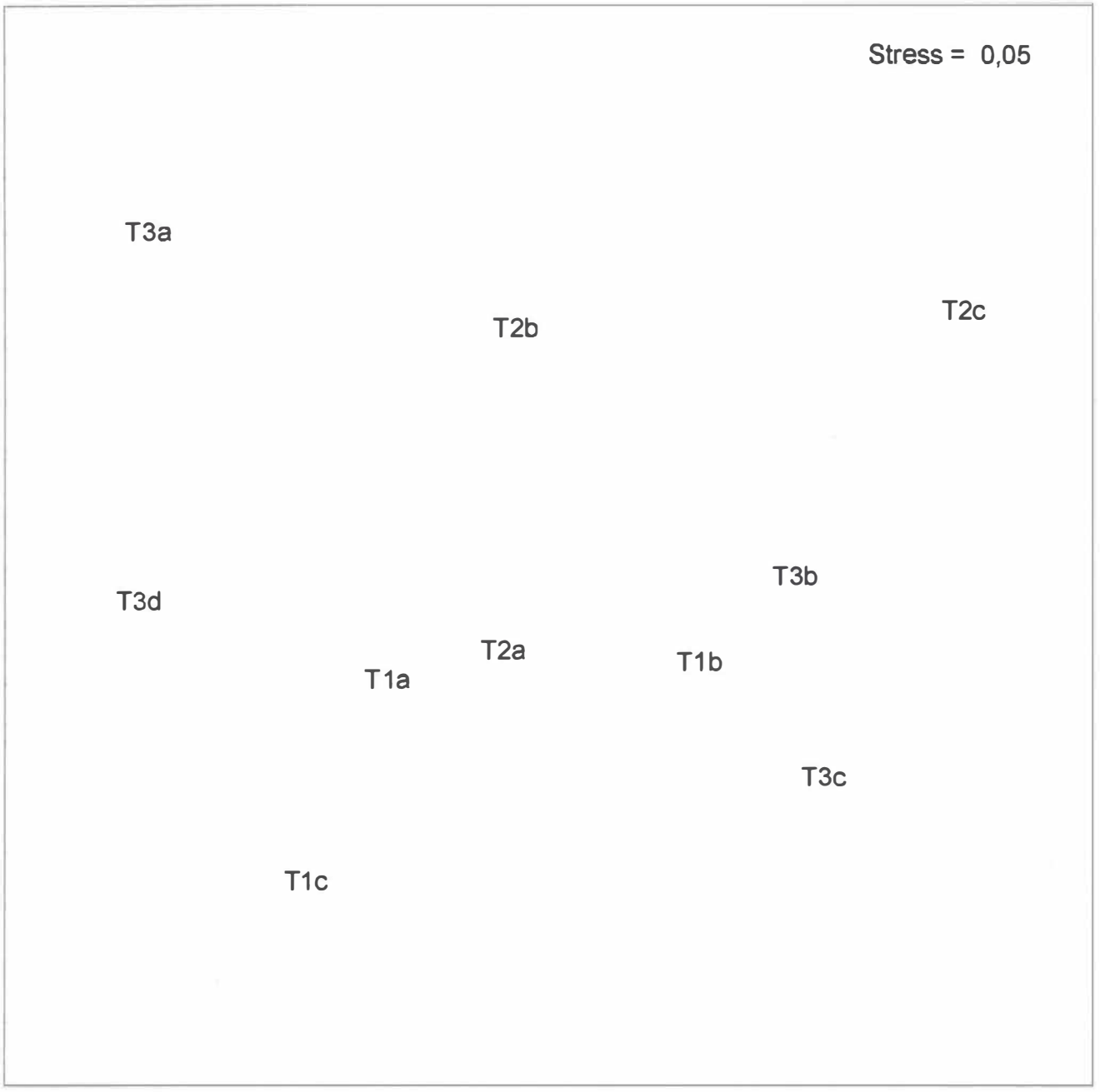


Figura 19: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 5m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na Face Norte (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. T1a = primeiros 5m de T1; T1b = de 5,1 a 10m de T1; T1c = 10,1 a 15m de T1; T2a = primeiros 5m de T2; T2b = de 5,1 a 10m de T2; T2c =10,1 a 15m de T2; T3a = primeiros 5m de T3; T3b = de 5,1 a 10m de T3; T3c = 10,1 a 15m de T3; T3d = 15,1 a 20m de T3.

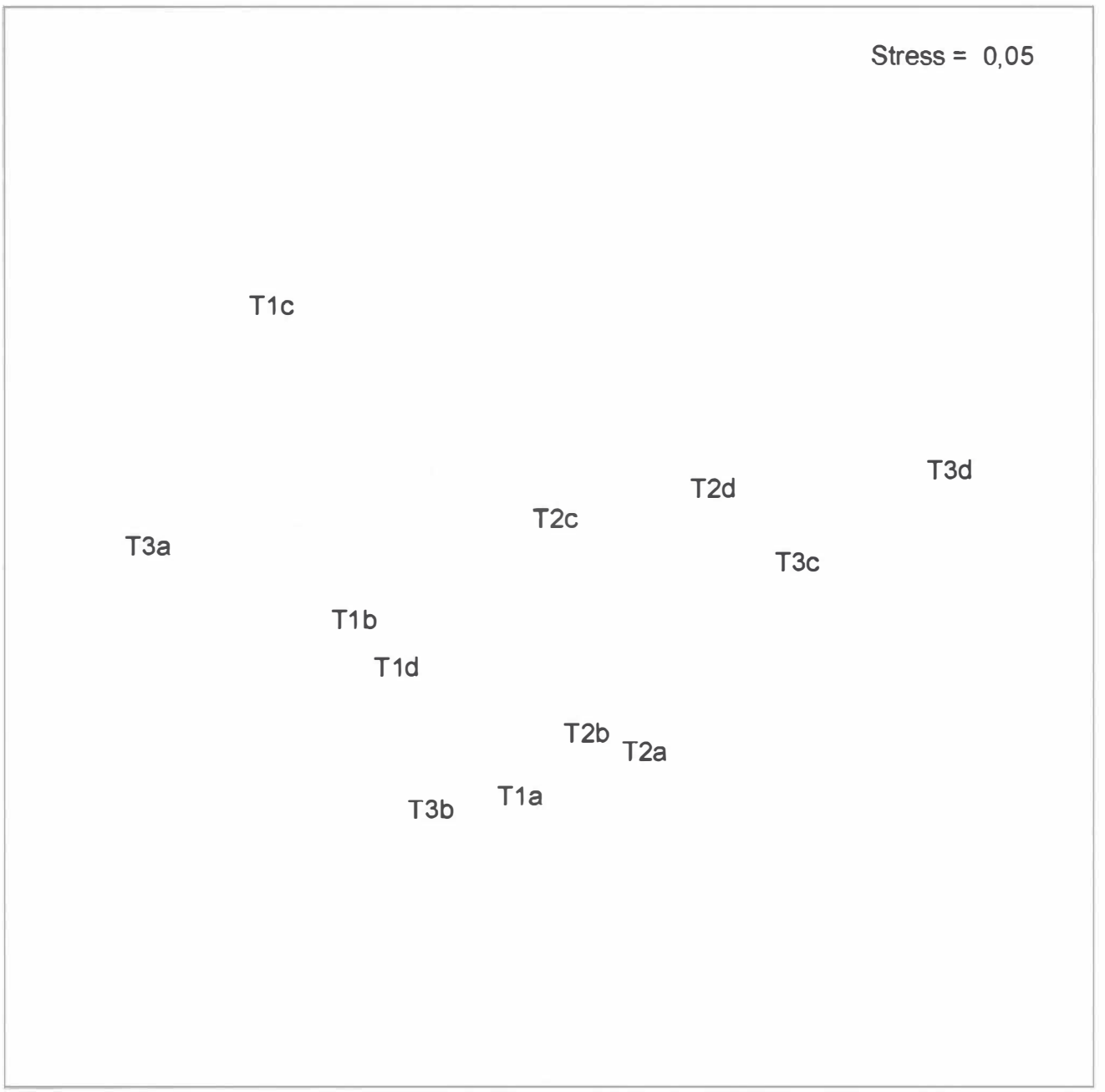


Figura20: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 5m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento no Portinho (Ilha de Santa Bárbara), utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. T1a= primeiros 5m de T1; T1b=de 5,1 a 10m de T1; T1c=10,1 a 15m de T1; T1d=15,1 a 20m de T1; T2a= primeiros 5m de T2; T2b=de 5,1 a 10m de T2; T2c=10,1 a 15m de T2; T2d=15,1 a 20m de T2; T3a= primeiros 5m de T3; T3b=de 5,1 a 10m de T3; T3c=10,1 a 15m de T3; T3d=15,1 a 20m de T3.

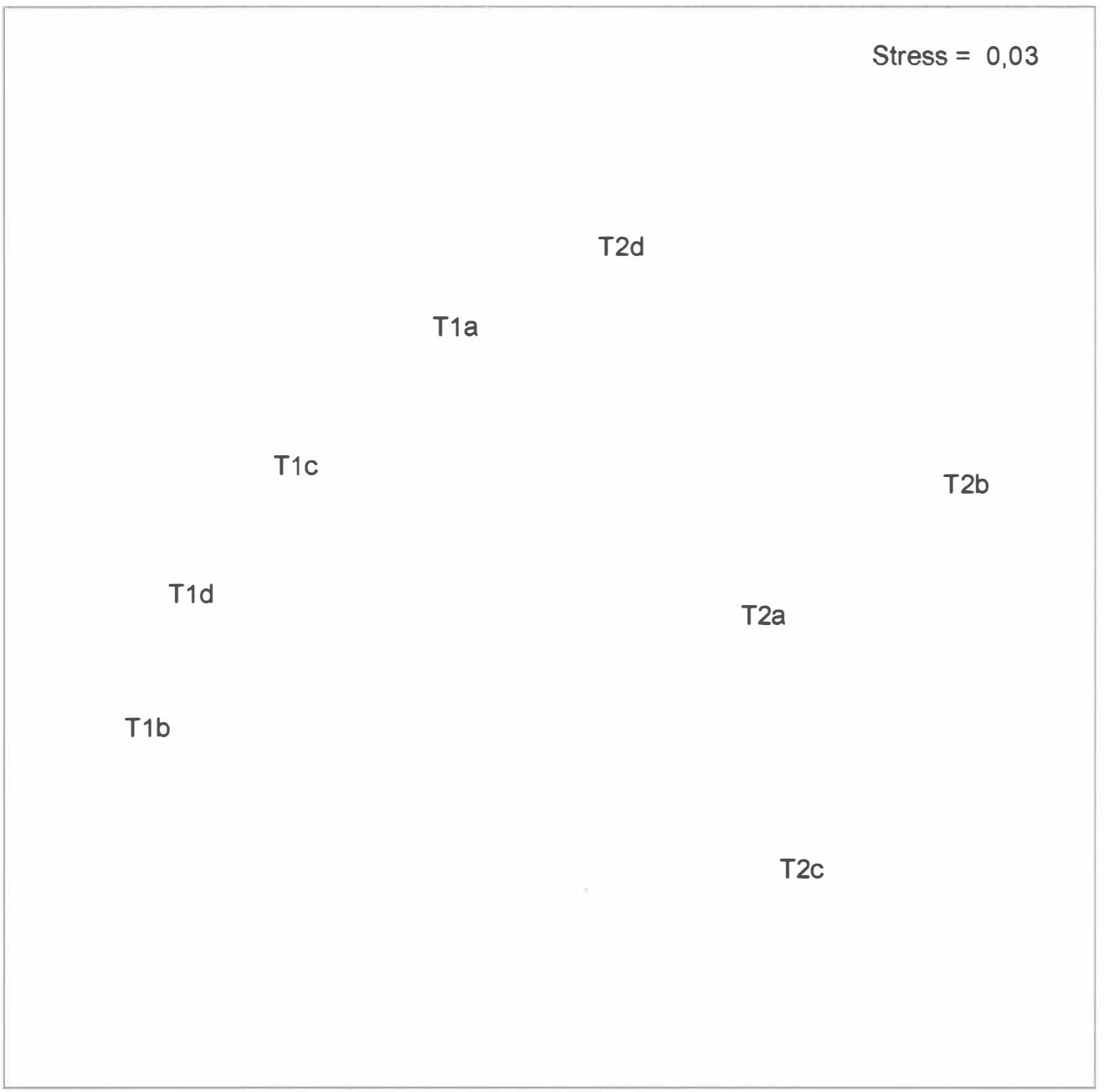


Figura 21: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir dos fragmentos de 5m de transectos contínuos de interseção de linha de 20m de comprimento na Ilha Siriba, utilizando o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis para a cobertura de corais e algas calcárias. T1a= primeiros 5m de T1; T1b=de 5,1 a 10m de T1; T1c=10,1 a 15m de T1; T1d=15,1 a 20m de T1; T2a= primeiros 5m de T2; T2b=de 5,1 a 10m de T2; T2c=10,1 a 15m de T2; T2d=15,1 a 20m de T2.

5.7. Comparação entre Locais

A análise em MDS feita a partir das porcentagens de cobertura das espécies para todas as réplicas de cada estação utilizada em cada local evidenciaram claramente apenas o agrupamento das réplicas da estação T3 da Face Norte da Ilha de Santa Bárbara (Fig. 22). Há algum agrupamento das réplicas de algumas outras estações, como T2 da Siriba ou T1 do Portinho. Entretanto, as réplicas estão parcialmente misturadas a réplicas de outras estações, e as estações muito próximas umas das outras.

O ANOSIM realizado para a matriz de dados de todas as estações, para os três locais resultou num nível de significância global de 0,0%. Os resultados das comparações entre as estações estão resumidos na tabela VII.

Tabela VII: resultado do teste de similaridade, ANOSIM (Bray-Curtis) para comparação entre cada local. Estatística global da amostra (R) = 0,385; nível de significância global = 0,0%. * = estações significativamente diferentes.

Locais	Nível de significância
T3 Face Norte, T1 Portinho	0,8% *
T3 Face Norte, T2 Portinho	0,8% *
T3 Face Norte, T3 Portinho	0,8% *
T3 Face Norte, T1 Siriba	1,6% *
T3 Face Norte, T2 Siriba	0,8% *
T1 Portinho, T2 Portinho	13,5%
T1 Portinho, T3 Portinho	15,9%
T2 Portinho, T3 Portinho	23,0%
T1 Portinho, T1 Siriba	5,6%
T1 Portinho, T2 Siriba	0,8% *
T2 Portinho, T1 Siriba	8,7%
T2 Portinho, T2 Siriba	1,6% *
T3 Portinho, T1 Siriba	31,0%
T3 Portinho, T2 Siriba	8,7%

Ao comparar o resultado do teste de similaridades com o MDS percebe-se que as três estações do Portinho estão distribuídas ao redor de um mesmo ponto (Fig. 22), daí provavelmente os níveis de significância para o ANOSIM, bem distantes dos 5%, que permitiriam rejeitar a hipótese de que as estações não são diferentes. A estação T3 da Face Norte é muito diferente de todas as demais estações. O resultado do teste sugere que as estações de Portinho e Siriba não se assemelham, pois os valores são menores ou bem próximos de 5%, à exceção T3 do Portinho e T1 da Ilha Siriba, que apresentam um nível de significância do teste de 31%.

As comparações entre os três locais através do índice de diversidade de Simpson resultaram em uma menor diversidade na Face Norte em relação aos demais locais (Kolmogorov-Smirnov, $p<0,1$ para a Siriba e $p<0,01$ para o Portinho). Entre Portinho e Siriba não foi possível detectar diferenças com relação à diversidade de Simpson ($p>0,1$). A equitatividade de Heip foi significativamente maior na Ilha Siriba, em relação aos outros dois locais (Kolmogorov-Smirnov, $p<0,05$). As espécies de corais mais abundantes em todos os locais foram *Mussismilia braziliensis* e *Siderastrea stellata* (Tabela VIII). Houve uma diferença significativa na abundância dessas duas espécies entre a Face Norte e a Ilha Siriba (Kolmogorov-Smirnov, $p<0,001$). Além disso, em ambos os casos a abundância de *M. braziliensis* foi maior que a de *S. stellata* (Tabela VIII).

Tabela VIII: Médias e desvio padrão (D.P.) das abundâncias de cada espécies, em relação à cobertura total de corais, no Arquipélago dos Abrolhos, por local amostrado, obtidas através de transectos de interseções pontuais de linhas (n=5).

ESPÉCIES	Siriba		Portinho		Face Norte	
	MÉDIA	D.P.	MÉDIA	D.P.	MÉDIA	D.P.
M. braziliensis	0,55	0,16	0,39	0,20	0,69	0,15
S. stellata	0,21	0,11	0,38	0,19	0,18	0,15
F. gravida	0,09	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03
F. leptophylla	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
M. hispida	0,03	0,05	0,02	0,04	0,01	0,02
A. agaricites	0,04	0,04	0,09	0,07	0,03	0,02
M. cavernosa	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
P. branneri	0,05	0,03	0,04	0,05	0,02	0,02
M. hartti	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01
P. astreoides	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
M. alcicornis	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03

No Portinho houve não houve uma dominância acentuada de *M. braziliensis* em relação às demais espécies e *S. stellata* apresentou uma alta abundância relativa. Nos demais locais, principalmente na Face Norte, houve uma dominância absoluta de *M. braziliensis* (Fig. 23).

As estações T1, T2 e T3 da Face Norte apresentaram as maiores coberturas de corais, com uma média de 17,8% (DP= 1,8), 18,3% (DP= 5,5) e 31,7 % (DP= 6,3), respectivamente. Na Ilha Siriba as médias forão de 11,8% (DP= 8,2) e 11,8% (DP=1,7) para as estações T1 e T2 respectivamente. O Portinho apresentou as mais baixas coberturas relativas de corais, com médias de 6,6% (DP= 2,1), 9,0% (DP= 2,2) e 6,6% (DP= 4,1) para as estações T1, T2 e T3, respectivamente (Fig. 24).

As médias de inclinação das colônias, distâncias de ponto aleatório a colônia e entre colônias e tamanho das colônias foram calculadas para as espécies de maior cobertura, que são: *Agaricia agaricites*, *Favia gravida*, *Mussismilia braziliensis*, *Porites branneri* e *Siderastrea stellata*. Estes resultados encontram-se na tabela IX.

TABELA IX: Médias e desvios padrões (=desvio)para os dados de distância de ponto aleatório à colônia mais próxima, tamanho de colônia, distância entre a colônia mais próxima do ponto aleatório à sua vizinha mais próxima (para uma mesma espécie) e inclinação da base das colônias, obtidos para cada local: Face Norte (face norte da Ilha de Santa Bárbara), Portinho (face sul da Ilha de Santa Bárbara) e Ilha Siriba.

		Dist. Ponto		Tamanho Col.		Dist. Col.		Inclinação	
		média	desvio	média	desvio	média	desvio	média	desvio
Face Norte	*A. agaricites*	35,55	24,25	3,21	1,45	7,34	10,32	49,87	33,88
	F. gravida	17,57	15,34	3,90	4,27	11,95	11,72	37,85	26,40
	M. braziliensis	31,60	48,36	43,11	24,67	20,21	25,18	36,16	32,36
	P. branneri	39,78	24,21	6,58	4,15	15,48	13,84	46,64	33,46
	S. stellata	8,17	6,24	6,30	3,47	8,19	6,24	26,67	16,90
Portinho	*A. agaricites*	33,01	23,95	3,44	1,45	12,97	17,87	38,88	40,41
	F. gravida	28,90	13,45	3,73	5,07	21,43	20,92	35,09	30,46
	M. braziliensis	41,60	33,75	33,14	23,07	35,95	36,48	39,74	37,88
	P. branneri	51,74	32,59	5,47	2,48	14,86	19,92	50,80	34,86
	S. stellata	17,77	11,85	5,97	3,30	12,27	13,87	29,91	15,83
Siriba	*A. agaricites*	25,98	16,07	3,20	1,20	5,52	6,93	39,88	39,61
	F. gravida	26,79	15,99	3,40	5,70	12,49	12,11	34,88	22,35
	M. braziliensis	39,20	29,53	32,90	22,04	28,39	18,25	43,67	28,49
	P. branneri	32,63	17,08	3,90	1,82	16,09	8,67	38,56	50,34
	S. stellata	29,72	19,71	5,25	2,73	10,27	8,89	29,06	20,36

O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (Siegel, 1975) não mostrou diferença significativa entre os locais amostrados para as distâncias entre colônias de todas as espécies (Tabela X), embora o valor do teste tenha ficado muito próximo do necessário para rejeitar a hipótese nula para *M. braziliensis* (p=0,059). Já para as distâncias entre ponto aleatório e colônia mais próxima, obteve-se diferenças significativas entre os locais para as espécies *Favia gravida*, *Mussismilia braziliensis* e *Siderastrea stelata*. Para *F. gravida* e *M. braziliensis*, a Face Norte apresenta distâncias significativamente menores (Kolmogorov-Smirnov, p<0,05) de pontos aleatórios a colônias em relação aos outros locais (Figs. 25, 26). Para *S. stellata* as diferenças são significativas entre os três locais (Kolmogorov-Smirnov, p<0,1), sendo que a Face Norte apresenta as menores distâncias e a Siriba as maiores distâncias entre pontos aleatórios e colônias mais próximas (Fig. 27).

Quanto ao tamanho de colônias, houve diferença significativa entre os locais para as espécies *Mussismilia braziliensis* e *Porites branneri* (Kruskal-Wallis, p<0,05). O resultado não foi significativo para *Agaricia agaricites*, *Favia gravida* e *Siderastrea stellata*. Colônias de *M. braziliensis* são significativamente maiores na face norte da Ilha de Santa Bárbara (Kolmogorov-Smirnov, p<0,05), em relação aos outros locais (média da maior extensão linear de tecido vivo = 43,11cm; DP = 24,67) (Fig. 28). Colônias de *P. branneri* são significativamente menores na Ilha Siriba (Kolmogorov-Smirnov, p<0,05) locais (média da maior extensão linear de tecido vivo = 3,9cm; DP = 1,82) (Fig 29).

Tabela X: Resultado do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparações entre locais (Face Norte, Portinho e Siriba) com relação ao tamanho das colônias, à distância entre colônias e à distância de ponto aleatório a colônia. * valor muito próximo do limite considerando-se o intervalo de confianca de 95%.

Espécie	Tamanho	Dist. entre col.	Dist ponto a col.
A. agaricites	p=0,858	p=0,091	p=0,472
F. gravida	p=0,104	p=0,269	**p=0,001**
M. braziliensis	**p=0,018**	p=0,059*	**p=0,048**
S. stellata	p=0,333	p=0,779	**p=0,000**
P. branneri	**p=0,0004**	p=0,183	p=0,070

Quanto à inclinação das bases das colônias, não houve diferença significativa entre os 3 locais para as 5 espécies amostradas (Kruskal-Wallis, p>0,10). Há diferenças significativas de inclinação de bases de colônias entre espécies diferentes (Tabela XI).

Tabela XI: significância do teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov para comparação entre valores de inclinação de colônias de diferentes espécies no Arquipélago dos Abrolhos.

	A. agaricites	*F. gravida*	*M. braziliensis*	*P. branneri*	*S. stellata*
A. agaricites					
F. gravida	**p<0,001**				
M. braziliensis	**p<0,001**	p<0,10			
P. branneri	p>0,10	**p<0,001**	**p<0,05**		
S. stellata	**p<0,001**	**p<0,001**	**p<0,001**	**p<0,001**	

As espécies *Agaricia agaricites* e *Porites branneri* apresentaram valores de inclinação que tendem a uma posição vertical (Fig. 30 a, b). Para *Mussismilia braziliensis* e *Favia gravida* os valores indicaram uma posição intermediária, mas com uma inclinação bem menor (Fig. 30 c, d). Já colônias de *Siderastrea stellata* tenderam a se localizar em substrato plano (Fig. 30 e).

Quanto à rugosidade medida para cada local, não foi possível detectar diferença significativa entre os três locais (Kruskal-Wallis, p=0,09). Aparentemente não houve, portanto, diferença da conformação do substrato entre os locais amostrados (Fig. 31).

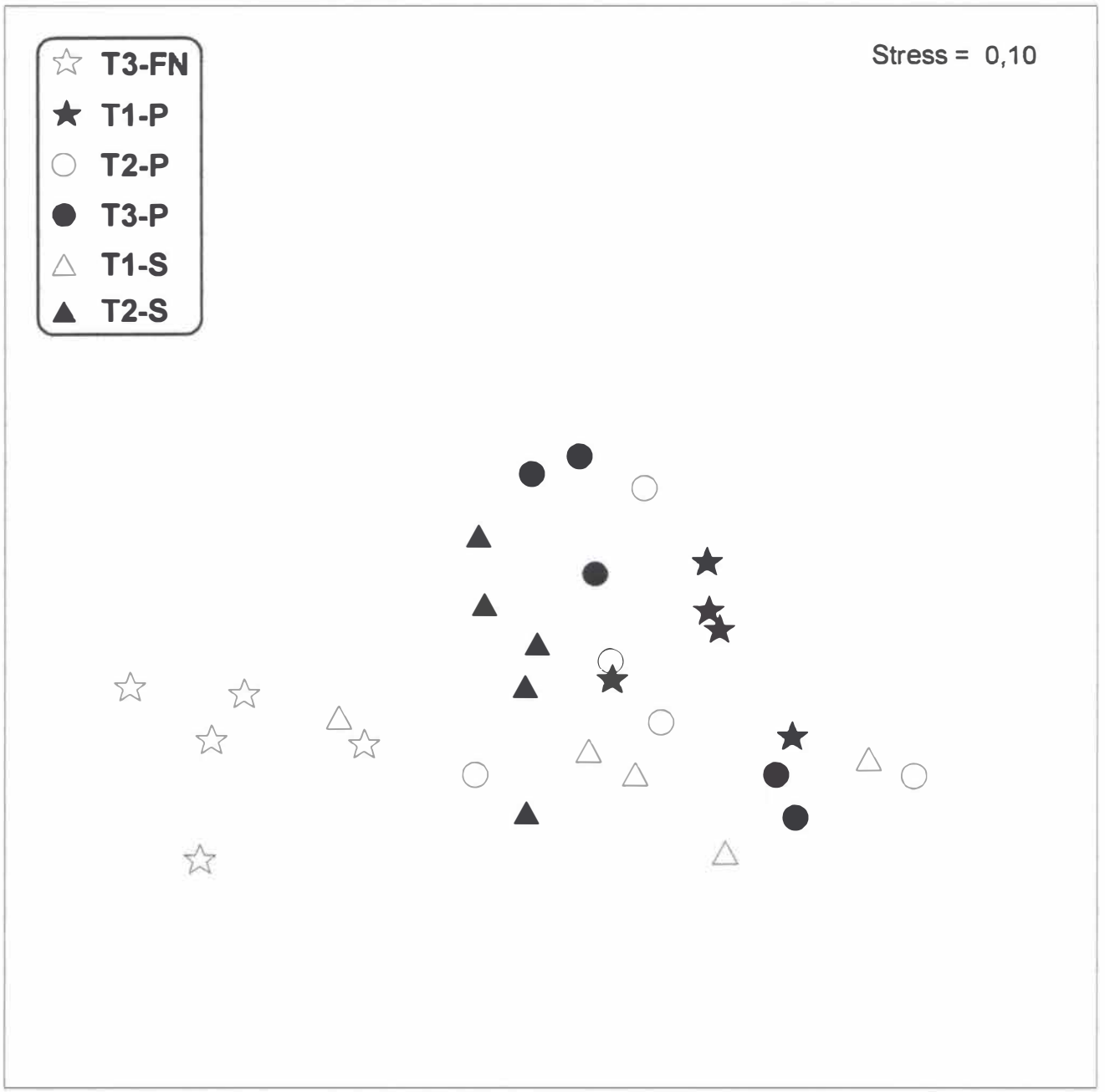


Figura 22: MDS ("Multidimensional scaling") construído a partir das 5 réplicas de transectos de interseções pontuais de linhas de 20m de comprimento amostrados na Face Norte e Portinho (Ilha de Santa Bárbara) e Ilha Siriba. FN = Face Norte; P = Portinho; S = Siriba; T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária); T3 = estação mais funda (na Ilha Siriba, T2 = estação mais funda).

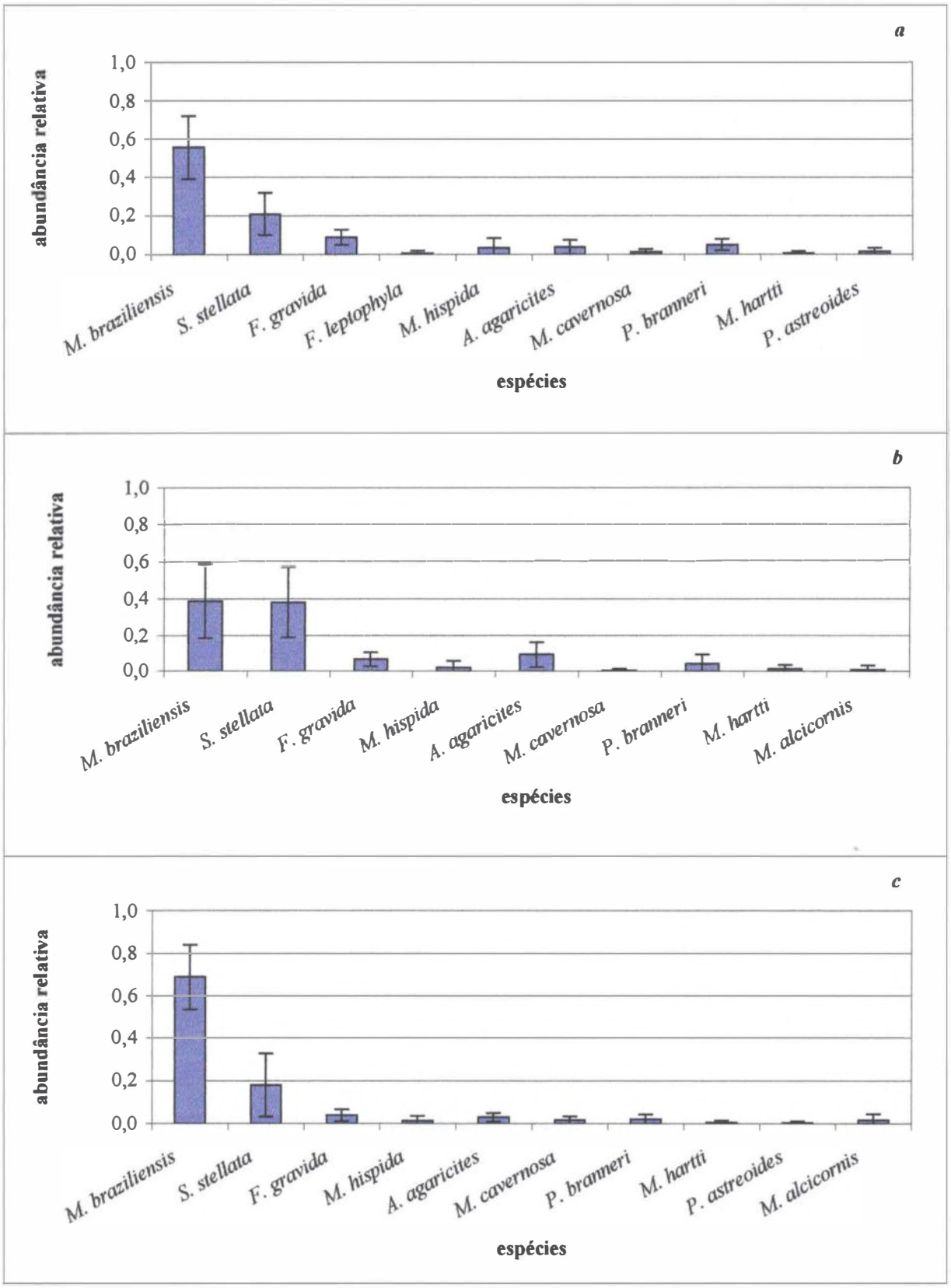


Figura 23: Abundância relativa de espécies de coral em relação à cobertura total de corais no Arquipélago dos Abrolhos.
a = Siriba, ***b*** = Portinho, ***c*** = Face Norte.

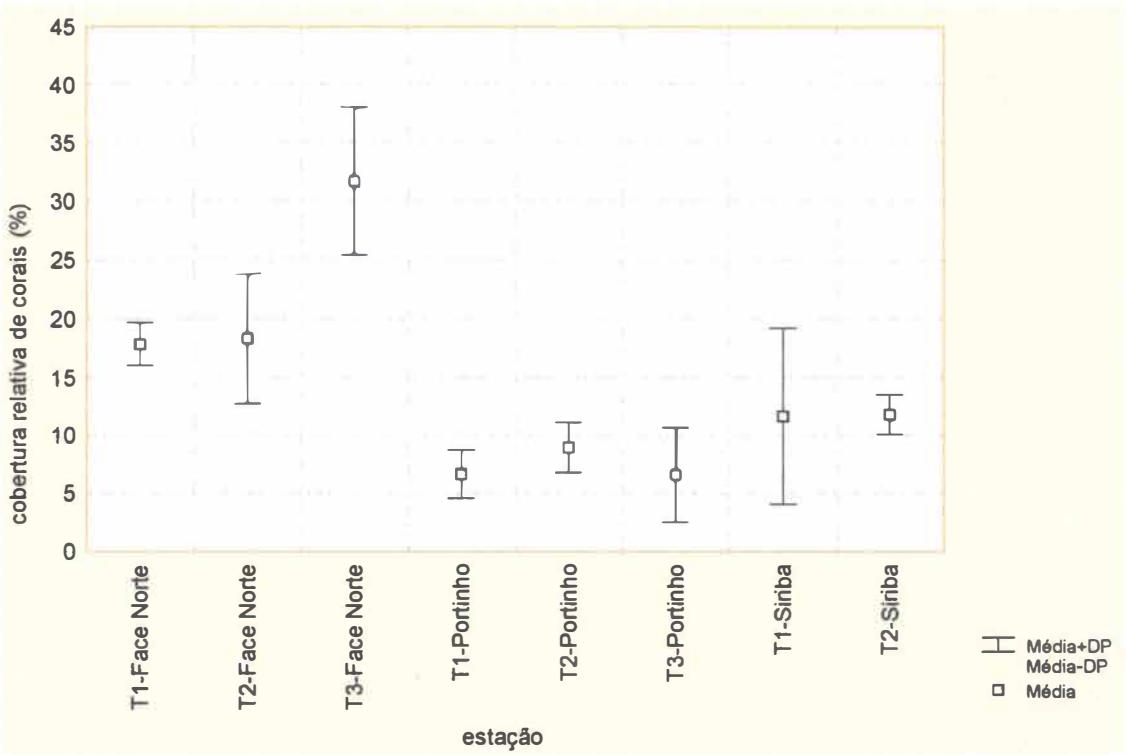


Figura 24: Médias e desvios padrões das porcentagens de cobertura totais de corais (scleractinia e hidrozoa) nas oito estações amostradas no Arquipélago dos Abrolhos, através dos transectos de interseções pontuais de linha.

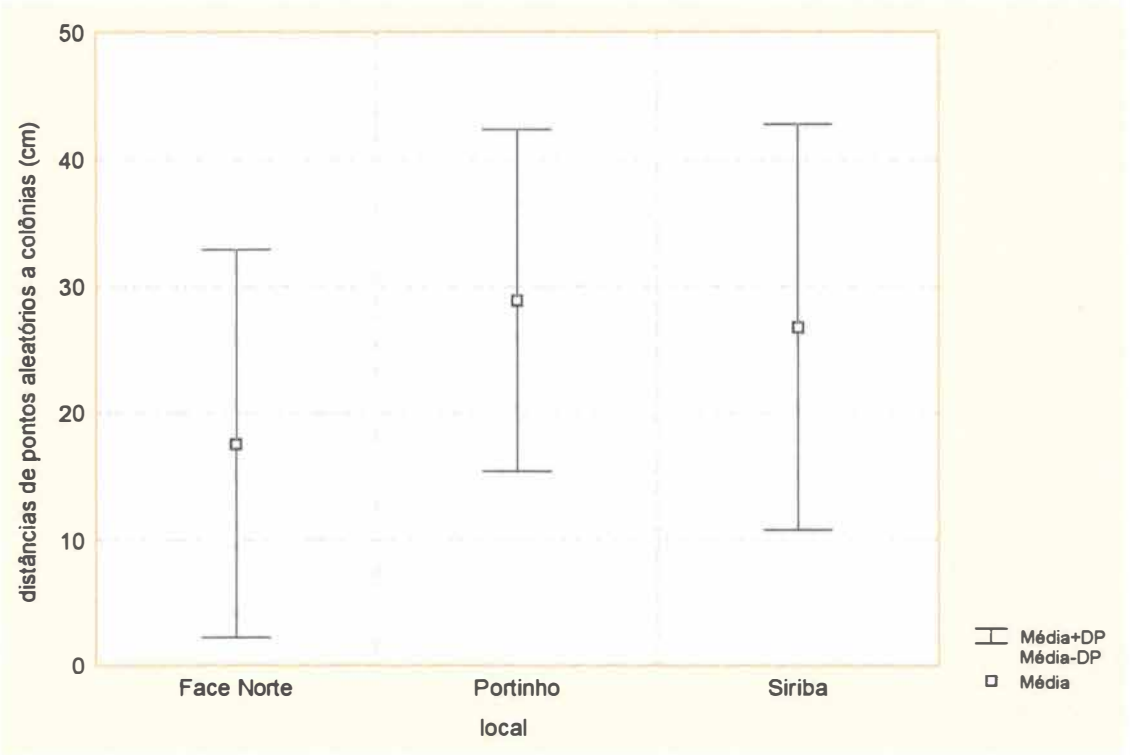


Figura 25: Distâncias entre pontos aleatórios e colônias de *Favia gravida* mais próximas, nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba) no Arquipélago dos Abrolhos.

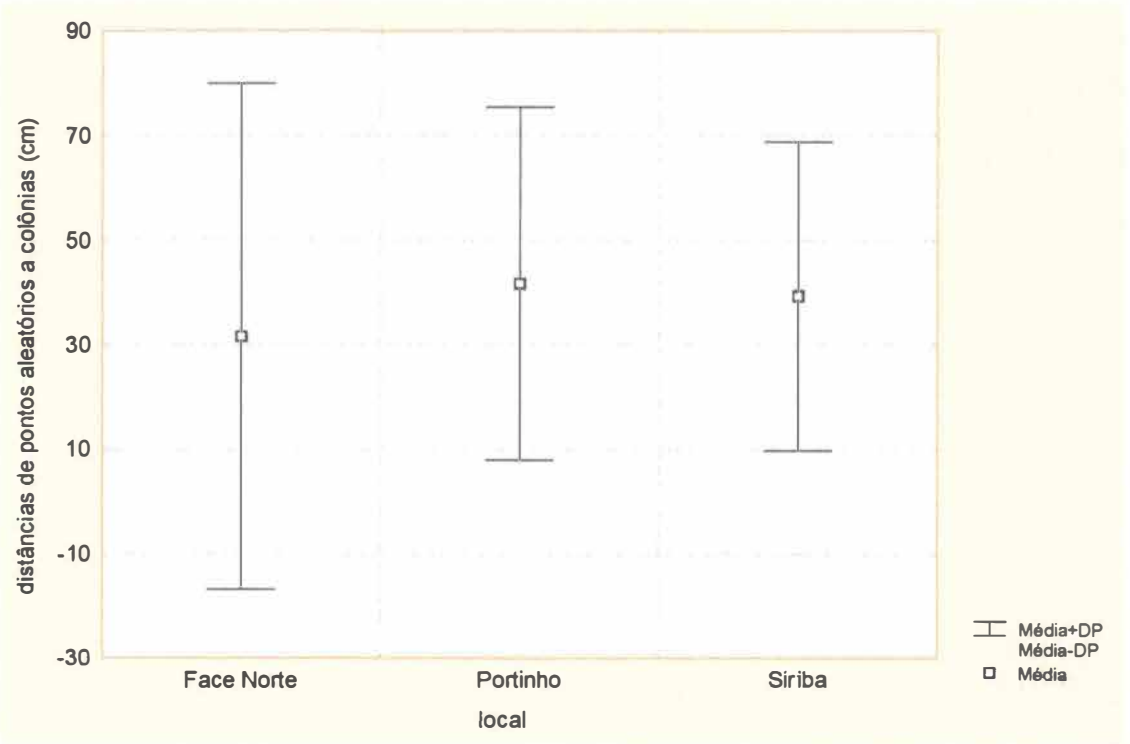


Figura 26: Distâncias entre pontos aleatórios e colônias de *Mussismilia braziliensis* mais próximas, nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba) no Arquipélago dos Abrolhos.

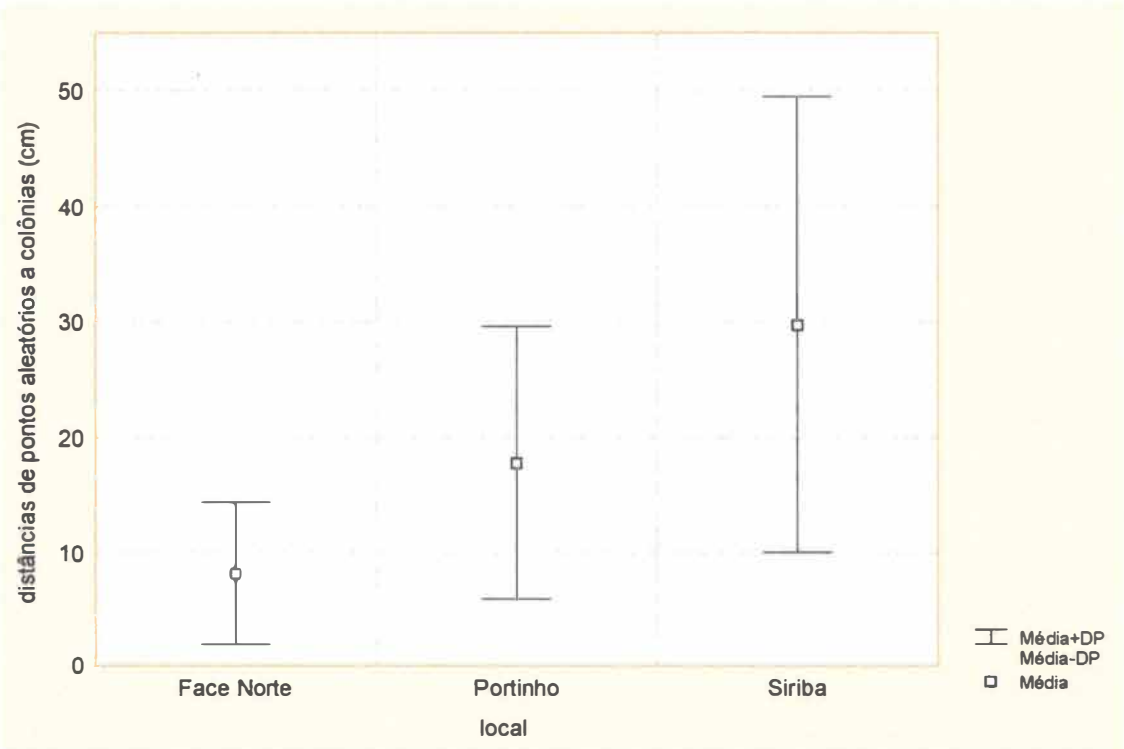


Figura 27: Distâncias entre pontos aleatórios e colônias de *Siderastrea stellata* mais próximas, nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba) no Arquipélago dos Abrolhos.

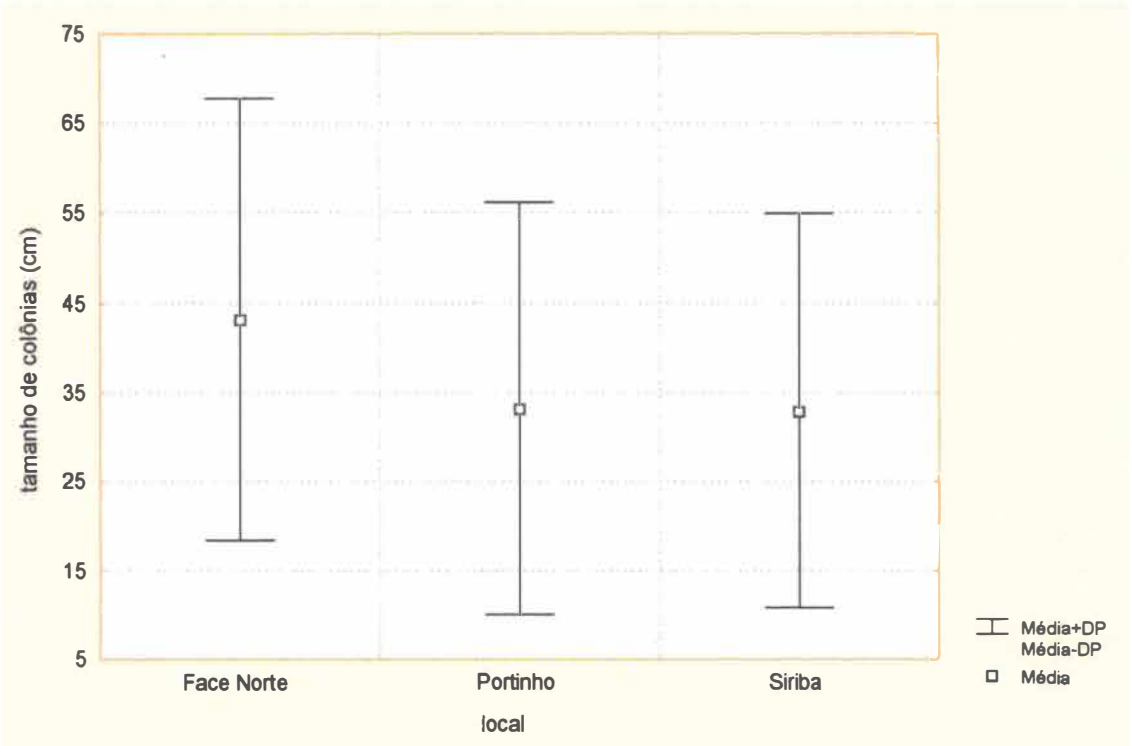


Figura 28: Tamanho médio das colônias de *Mussismilia braziliensis* nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba) no Arquipélago dos Abrolhos.

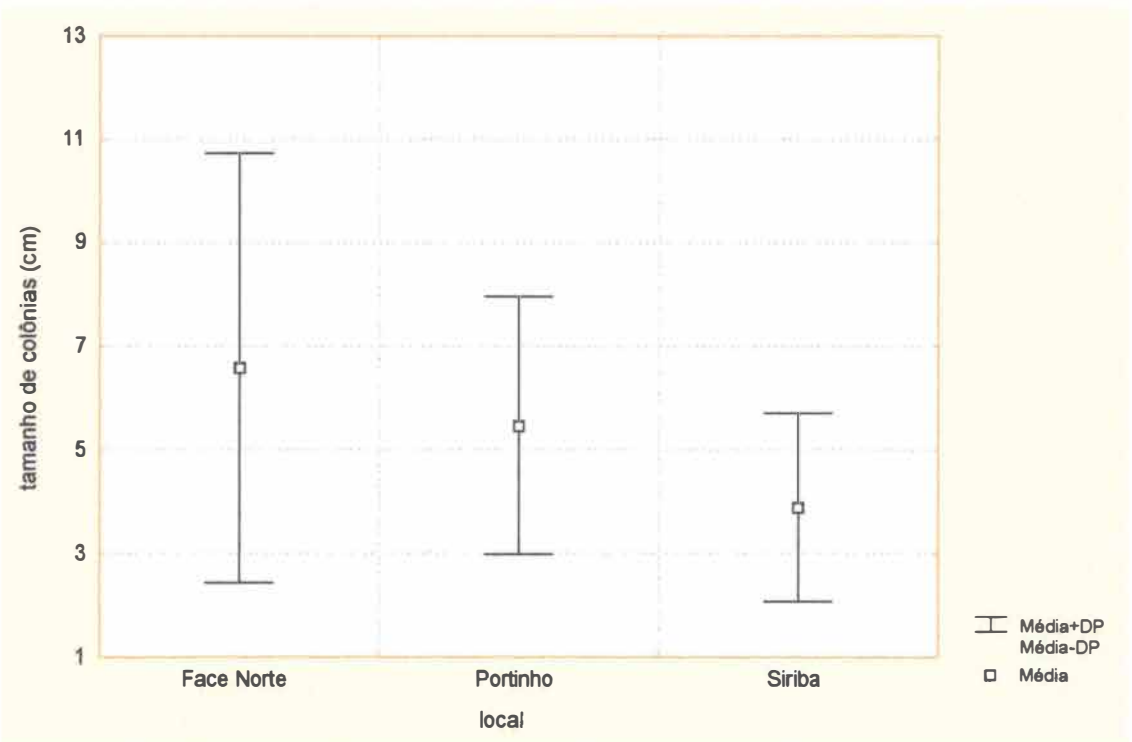


Figura 29: Tamanho médio das colônias de *Porites branneri* nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba) no Arquipélago dos Abrolhos.

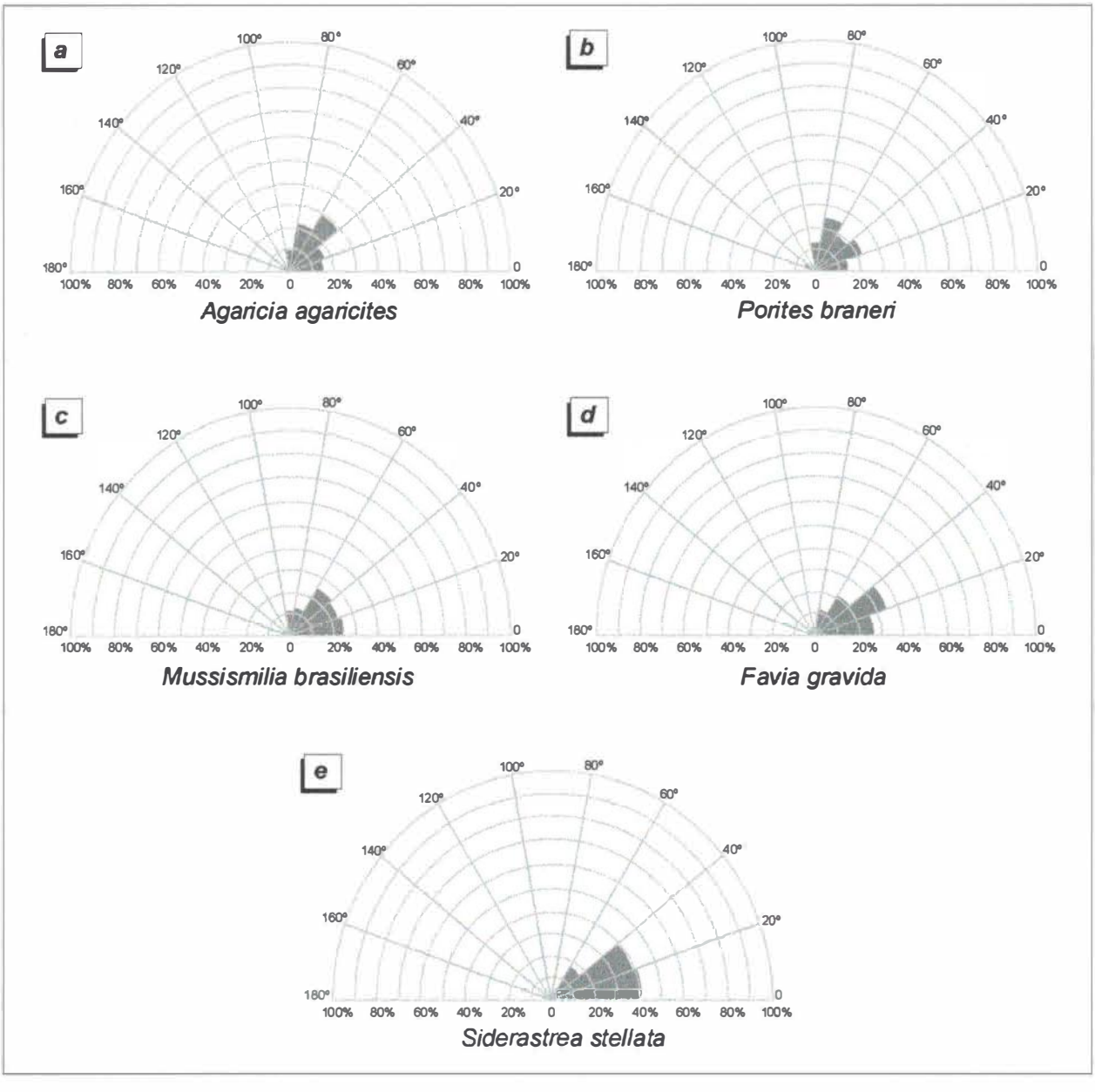


Figura 30: Esquema representativo dos graus de inclinação de bases de colônia para as espécies mais frequentes no Arquipélago dos Abrolhos. *a* = *Agaricia agaricites*; *b* = *Porites braneri*; *c* = *Mussismilia braziliensis*; *d* = *Favia gravida*; *e* = *Siderastrea stellata*.

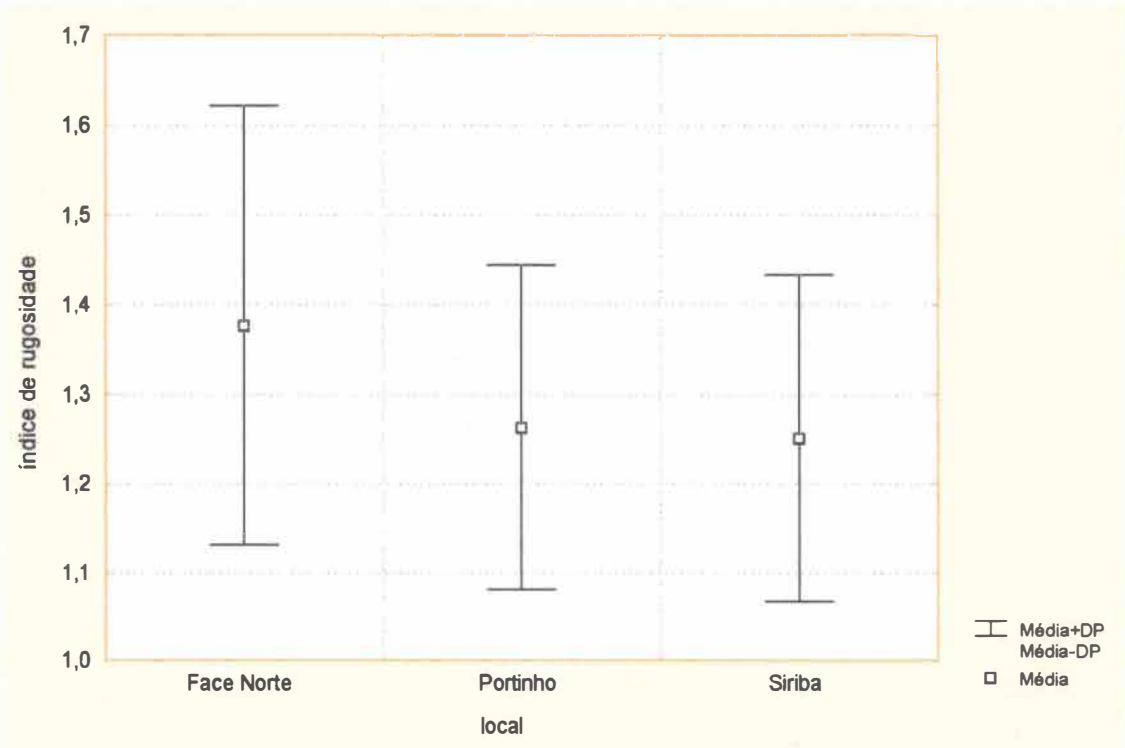


Figura 31: Médias para os índices de rugosidade observados nos três locais amostrados (Face Norte, Portinho e Siriba), no Arquipélago dos Abrolhos.

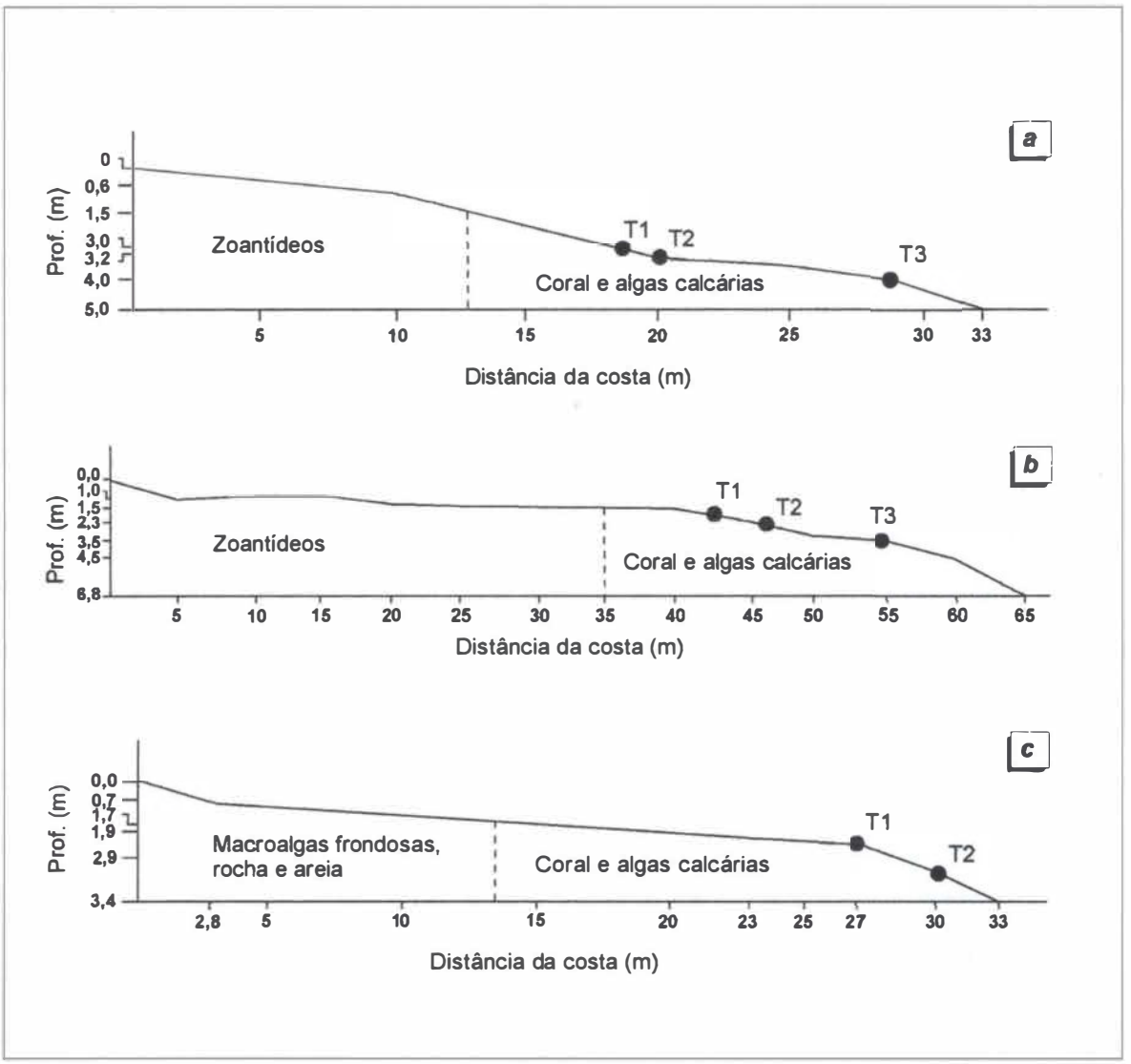


Figura 32: Perfis de declividade do fundo nos locais amostrados, no Arquipélago dos Abrolhos. *a* = Face Norte (Ilha de Santa Bárbara); *b* = Portinho (Ilha de Santa Bárbara); *c* = Ilha Siriba. T1 = estação mais rasa; T2 = estação intermediária (na Ilha Siriba, T2 = estação mais funda); T3 = estação mais funda. (*a* e *c* adaptados de Pitombo *et al.*, 1988).

6. DISCUSSÃO

6.1. Análises Preliminares e Comparação entre Métodos

A otimização de esforço de amostragem é importantíssima em estudos de larga escala, principalmente quando há acompanhamento temporal de comunidades. Assim, foram aqui avaliados os esforços de amostragem em quadrados e transectos de interseção de linhas e formas de se otimizar e melhor aproveitar os dados obtidos em estudos ecológicos ao longo do tempo e/ou do espaço em áreas recifais brasileiras, especialmente na região de Abrolhos. Para isso foram utilizados os dados coletados durante a primeira campanha de campo (março-abril/1997). Estas coletas foram realizadas de forma abrangente, para que seus procedimentos pudessem ser avaliados, criticados e adaptados, para objetivos mais específicos.

Através das análises de otimização, considerou-se teoricamente possível a redução de 441 para 100 pontos por quadrado (por unidade amostral) (Figs. 8-10) para descrever a cobertura presente nas unidades amostrais individuais. Para os transectos de interseção de linhas o esforço também seria substancialmente reduzido com a amostragem passando de 2000 pontos (transectos de interseções contínuas) para 500 pontos (transectos de interseções pontuais) por réplica. A estimativa de cobertura dos organismos através destas subamostragens não apresentou grandes alterações em relação ao observado nas unidades amostrais completas (Figs. 5-7).

Cabe ressaltar que a análise realizada para estas subamostragens não consistiu de testes estatísticos, o que seria o procedimento ideal, mas sim da observação de curvas em gráficos. Para cálculos formais de número mínimo amostral (Southwood, 1978; Ludwig & Reynolds, 1988) seria necessária a utilização de uma abordagem univariada. Não foi utilizada esta abordagem porque parte deste estudo consistiu em avaliar as características

multivariadas dos locais amostrados de forma padronizada, com o objetivo principal de obter um grande número de informações acerca da comunidade presente e comparar locais sujeitos a diferentes condições físicas. Benedetti-Cecchi *et al.* (1996) usaram uma abordagem multivariada, análises de variância multivariadas, para comparar diferentes métodos e tamanhos de amostra. Entretanto, as premissas para esse tipo de análise dificilmente são satisfeitas em comunidades tipicamente multivariadas (Clarke & Warwick, 1994). Desta forma, considerou-se que seria mais importante atingir uma quantidade de amostras que permitisse acessar simultaneamente informações sobre a maioria das espécies presentes na área, do que obter números mínimos amostrais para cada espécie.

A necessidade da redução do esforço de amostragem é ainda mais crítica quando se trata de ambientes marinhos, onde os custos são altos e o tempo um fator limitante. Além disso, o esforço ou tempo excedentes poderiam ser aplicados a um aumento do número de tratamentos ou hipóteses testadas (Bros & Cowell, 1987), ou ainda, ao aumento do número de réplicas, a fim de obter um maior poder de resolução da amostra. No presente estudo, a otimização do número de pontos amostrados por linha de 20 metros permitiu a realização de cinco réplicas por estação.

A escala em que são realizadas as amostras, principalmente em comunidades bentônicas constitui uma preocupação constante em estudos quantitativos (Paiva, 1996). Estes ambientes são, em geral, muito heterogêneos, portanto este padrão de heterogeneidade ambiental deve sempre ser levado em conta para que se obtenha uma representação a mais fiel possível dos padrões de abundância e distribuição dos organismos.

Como mostram os resultados das análises em MDS para fragmentos de 1m (Figs. 11-18), com exceção de dois transectos na Face Norte, em geral não há uma grande proximidade entre metros seqüenciais, o que evidenciaria uma heterogeneidade marcante

nas amostras. Portanto, as comunidades se apresentaram "heterogeneamente homogêneas" nas linhas amostradas. Isto indica que a maioria das linhas, da forma como foram utilizadas, amostraram adequadamente as comunidades presentes e não apresentaram problemas de escala. No entanto, aparentemente houve um problema nas amostragens da Face Norte. As estações T1 e T2 tiveram sua porção final localizada numa área não representativa do recife como um todo (ver proximidade de metros sequenciais nas figuras 16 e 17). Esses metros finais, possivelmente, amostraram uma área pobre em corais para padrões da Face Norte, com muita areia (ver categoria "outros" na Tabela IV) e *Palythoa spp.* Ao se comparar as porcentagens de cobertura totais de coral, em cada local, observou-se que penas na Face Norte cocorreu uma queda drástica de cobertura em função da profundidade (Fig. 24). Estes fatos sugerem que parcela considerável do substrato por onde passaram estas linhas não estaria disponível para a colonização pela maioria dos corais, seja pela dominância de *Palythoa spp.*, seja pela presença de bolsões de areia.

De acordo com o exposto, seria impróprio realizar comparações entre as estações T1, T2 e T3 da Face Norte. As estações T1 e T2 representam uma comunidade altamente heterogênea, com dois padrões distintos de abundância e ocorrência de espécies, enquanto que T3 é caracterizada por um mosaico, ou seja, uma padrão de heterogeneidade em pequena escala. Portanto, qualquer informação sobre a cobertura das espécies obtida através de transectos contínuos e dos transectos de interseções pontuais para T1 e T2 foi eliminada das análises multivariadas.

Com relação à heterogeneidade local, para a Ilha Siriba o MDS (Fig. 21) mostra claramente uma separação de grupos de fragmentos de 5 metros, apresentando uma diferenciação entre os transectos das duas profundidades amostradas. Além disso o teste de similaridades ANOSIM evidenciou uma diferença significativa entre as comunidades presentes em T1 e T2 na Ilha Siriba, tal como sugerido pelo MDS. Para as outras estações não foi observado nenhum padrão batimétrico através da análises em MDS de fragmentos

de 5 metros. Como mostram as figuras 19 a 21, não se formam grupos bem definidos de acordo com a profundidade de cada fragmento das linhas. Conforme indicado no ítem 5.6. do capítulo anterior, a análise de similaridade (ANOSIM) não mostrou diferenças significativas entre as estações do Portinho. Na Face Norte, T3 diferiu das demais estações. É possivel que isto tenha ocorrido em função da heterogeneidade presente nas estações T1 e T2, como discutido anteriormente.

Avaliou-se que, no presente estudo, o esforço representado pela amostragem de quadrados de $1m^2$ com 100 pontos seria reduzido para cerca de 13 minutos, aproximadamente, por réplica. Isto representa menos tempo, portanto, do que foi gasto para os transectos de interseções pontuais de linhas (cerca de 30 min). Não foi possível distinguir diferenças significativas entre as estimativas de cobertura de organismos bentônicos obtidas com os dois métodos (ANOSIM, nível de significância=47,9%). Entretanto, observando-se todas as estações do Portinho (local que não apresentou diferença significativa entre as estações) percebe-se que quatro espécies registradas através do método de transectos de interseção não foram registradas pelos quadrados (Tabelas III e IV). Estas espécies (*F. leptophylla*, *M. alcicornis*, *M. cavernosa* e *P. astreoides*) são as mais raras no local. A média e desvio indicados pelas linhas sugerem que a cobertura delas é, em geral, inferior a 0,5% (Tabelas III e IV). As espécies citadas acima, apesar de não ocorrerem em qualquer uma das 15 réplicas dos quadrados, ocorreram em 27% das réplicas das linhas amostradas (n=15). Assim, aparentemente os resultados sugerem um maior poder de resolução do método de transectos de interseção de linhas em relação ao método dos quadrados, tal como utilizados. Além disso, esta diferença no registro de espécies sugere que seria necessário um número muito maior de réplicas de quadrados do que de transectos para obter a mesma representação da comunidade amostrada.

Chiappone & Sullivan (1991) obtiveram em pináculos recifais isolados ("patch reefs") nas Bahamas um melhor resultado para comparação entre áreas utilizando

presença/ausência de espécies e transectos lineares com grades de $1m^2$. Segundo eles, com a técnica de porcentagem linear (transectos lineares contínuos de interseção), grandes valores de similaridade seriam obtidos entre áreas com grandes colônias. Por outro lado, recifes com uma grande quantidade de colônias pequenas pareceriam muito dissimilares. Isto ocorreria divido a um artifício do método, que registraria apenas as espécies posicionadas sob o transecto, enquanto muitas colônias adjacentes não seriam registradas. No entanto, o trabalho citado não utilizou réplicas dos transectos lineares. A realização de réplicas diluiria esse efeito da amostragem linear. Além disso, a disposição das linhas, acompanhando o relevo do recife, permite que os pontos de amostragem fiquem mais próximos ao substrato e, consequentemente aos organismos sésseis. Com quadrados, os pontos muitas vezes em substratos muito irregulares, como é o caso de recifes de corais, os pontos muitas vezes ficam mais distantes do substrato. Isto causa dificuldades de observação devidas ao efeito da paralaxe. Especialmente em águas rasas, a ocorrência de paralaxe é inevitável (Porter, 1972). Ao contrário dos quadrados, a amostragem com transectos de interseção de linhas minimiza esse efeito. Loya (1978) demonstrou preferência pelo método de transectos de interseção de linhas, em relação ao de quadrados. O autor justificou sua escolha por causa das vantagens logísticas ao se trabalhar dentro d'água e pela eficiência em termos de quantidade de informações obtidas por tempo gasto. Outros autores (Bouchon, 1981 e Dodge *et al.*, 1982), ao comparar diferentes metodologias (entre elas transectos contínuos de interseção de linhas, transectos de interseções pontuais e quadrados seqüenciais ["belt quadrats"]) não observaram diferenças estatisticamente significativas entre elas. Dodge *et al.* (1982) ressaltaram a simplicidade e, novamente, a facilidade de se trabalhar embaixo d'água com o método de transectos de interseções pontuais, além da relativa rapidez, quando comparado a outros tipos de amostragem. Assim, temos um menor esforço amostral com os quadrados e uma maior resolução para as espécies de pequena cobertura com os transectos de linha. É importante ressaltar que a

opção por um outro método deve levar em conta os objetivos de cada estudo em particular. Se, por exemplo, o interesse se concentra apenas nas espécies mais abundantes e de maior cobertura, pode-se optar pelo método de quadrados.

Para as análises posteriores, aqui realizadas, foram utilizados os dados dos transectos de linha, devido à sua maior resolução quando estão presentes espécies de baixa cobertura.

6.2. Caracterização das Comunidades

As comunidades bentônicas do Arquipélago dos Abrolhos foram caracterizadas por uma grande cobertura de algas, principalmente filamentosas (Tabela IV). Dos organismos construtores do recife, os de maior cobertura foram as algas calcárias e o coral *Mussismilia braziliensis*. *Siderastrea stellata*, embora tenha apresentado uma baixa porcentagem de cobertura em relação ao total, mostrou uma grande contribuição relativa (cerca de 20% da cobertura de corais) (Tabela VIII).

Foram observadas diversas diferenças em relação aos dados aqui obtidos, quando comparados com os de Pitombo *et al.* (1988) (Tabela XI).

Tabela XII - Valores mínimos e máximos para a porcentagem de cobertura de corais relativa à cobertura total de corais obtida através de transectos de interseções pontuais de linha e porcentagem de cobertura relativa de corais obtida por Pitombo *et al.* (1988) na Face Norte (Ilha de Santa Bárbara) e na Ilha Siriba. Mín. = valor mínimo encontrado nas réplicas realizadas no presente estudo; máx. = idem para o valor máximo; 1988 = valor obtido por Pitombo *et al.* (1988) para um único transecto.

	FACE NORTE									SIRIBA					
	estação T1			estação T2			estação T3			estação T1			estação T2		
	mín	máx	1988	mín.	máx.	1988	mín.	máx.	1988	mín.	máx.	1988	mín.	máx.	1988
A. agaricites	1,0	3,9	0,0	0,0	4,8	1,4	0,0	7,7	1,0	0,0	4,5	5,1	0,0	11,5	13,1
F. gravida	1,0	10,4	2,6	0,0	8,1	1,2	0,5	4,5	0,7	5,0	15,4	5,5	4,1	10,9	9,3
F. leptophyla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0
M. alcicornis	0,0	0,0	2,8	0,0	2,8	11,0	0,5	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M. braziliensis	37,2	91,7	41,7	51,6	81,1	71,7	69,2	85,5	61,7	13,6	65,4	48,0	50,0	73,3	19,5
M. cavernosa	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,5	0,6	5,1	20,0	0,0	1,6	11,0	0,0	3,6	7,3
M. hartti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	3,2	3,7	0,0	0,0	2,9	0,0	3,8	10,2
M. hispida	0,0	7,4	12,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	5,5	0,0	2,7	12,2
P. astreoides	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
P. branneri	0,0	2,1	0,0	0,0	7,5	0,3	0,0	3,6	0,5	0,8	9,1	0,0	2,7	9,6	2,4
S. stellata	6,3	53,2	40,3	8,4	32,3	8,3	3,7	11,8	8,3	17,3	45,5	21,0	9,6	21,6	25,0
cobertura de corais	15,4	19,3	17,5	12,5	27,0	28,3	22,0	37,7	28,2	4,4	24,2	13,6	10,2	14,6	10,2

M. braziliensis apresentou uma cobertura maior na estação T3 da Face Norte e na estação T2 da Siriba do que a relatada anteriormente (Tabela XII). Nos demais locais, os valores de porcentagem de cobertura encontrados por eles, para esta espécie, encontram-se dentro dos limites observados no presente estudo. Para *S. stellata* e *Agaricia agaricites*, foi encontrada uma cobertura ligeiramente menor em T2 da Ilha Siriba do que a observada naquele estudo. Na maioria das estações também foi encontrada, no presente, uma menor cobertura de outras espécies, principalmente *Montastrea cavernosa*, *Mussismilia hartti* e

Mussismilia hispida. Por outro lado houve nove ocorrências de espécies nas réplicas, que não foram registradas nas linhas correspondentes daqueles autores, enquanto apenas em quatro ocorrências aconteceu o oposto. Estes casos na totalidade referem-se a espécies cuja cobertura em linhas individuais não atingiu 5% e, na maioria dos casos, foi inferior a 1%.

Cerca de 40% (22 em 55) das coberturas indicadas por Pitombo *et al.* (1988) encontraram-se fora do intervalo correspondente aqui registrado. Apesar de algumas grandes discrepâncias, já mencionadas, quase todos estes casos também referem-se a espécies de baixíssimas coberturas do substrato (em geral < 1%) ou a valores muito próximos entre si.

As diferenças observadas entre os dois estudos podem ser devidas a diversos fatores. Entre eles destacamos possíveis variações temporais entre os dois estudos (cerca de 10 anos) e a ausência de réplicas no estudo de Pitombo *et al.* (1988).

Coutinho *et al.* (1993) encontraram uma cobertura total de corais de 13,3% em Abrolhos. A cobertura de *M. braziliensis* foi de cerca de 9,5% e a de *S. stellata* de 3%. Estes valores são bem próximos dos obtidos pelo presente estudo, no entanto, como não foi fornecida por Coutinho *et al.* (1993) a localização das estações de coleta, não há como fazer maiores comparações destes dados.

A cobertura total de corais foi baixa, variando de cerca 7,4 a 22% da cobertura total, e próxima ao encontrado por Pitombo *et al.* (1988) (10 a 30%). A extensão dos recifes em franja da Face Norte e do Portinho é dividida nitidamente em duas zonas principais. Até 1,5m, aproximadamente houve uma predominância de zoantídeos, e de 1,5m até a base do recife predominam as algas filamentosas e calcárias e os corais (observação pessoal). Villaça & Pitombo (1997) descreveram a área próxima ao Portinho com as seguintes características: até 0,8m a cobertura principal era de algas calcárias, algas filamentosas e zoantídeos; daí a 2,5m o fundo foi caracterizado por *Palythoa caribaerum* e

algas filamentosas; de 2 a 4m por corais e algas filamentosas. Na Ilha Siriba, em profundidades menores que 1,6m, aproximadamente, predominam macroalgas frondosas e o substrato é formado por blocos de pedra e areia. Daí até o término do recife, predominam corais e algas calcárias (Villaça & Pitombo, 1997). Figueiredo (1997) aponta para uma redução da cobertura de algas calcárias com o aumento da profundidade, de 0,5 para 5m, no Arquipélago dos Abrolhos, em função da intensidade luminosa. No presente estudo, não foi observada uma grande alteração da cobertura de algas calcárias entre as estações de um mesmo local, talvez devido à menor diferença entre as profundidades amostradas. Dentro da faixa aqui amostrada, ou seja, de aproximadamente 1,5m até cerca de 4m, não se distinguiu nitidamente qualquer padrão de zonação característico tal como definido por Wells (1954), "uma área onde as diferenças ecológicas locais se refletem na associação de espécies e são marcadas pela dominância de uma ou mais espécies".

Além da cobertura, a riqueza de espécies de corais também é baixa quando comparada, por exemplo, a algumas áreas recifais do Caribe ou da Austrália, que apresentam cerca de 50 a 350 espécies (Veron, 1995). Apesar disto, das 18 espécies de corais recifais brasileiros (Laborel, 1969), foram registradas no presente estudo, para o Arquipélago dos Abrolhos, um total de 11 espécies. Portanto, se considerarmos ainda que a área estudada não constitui uma verdadeira formação recifal, este número representa uma alta riqueza específica para o Brasil, principalmente se comparado à riqueza encontrada em outras áreas, como o Atol das Rocas (8 espécies) e os recifes de Pernambuco (15 espécies) (Belém *et al.*, 1986). Foram encontradas todas as espécies de corais pétreos registradas anteriormente para o Arquipélago por Laborel (1969), e apenas *Millepora alcicornis* dentre as três espécies de hidrocorais (*M. alcicornis*, *M. nitida* e *M. braziliensis*) citadas naquele estudo. Segundo este autor, *M. alcicornis* formaria uma zona nítida em locais mais rasos. Este tipo de zonação foi registrado para a região de Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro (Castro *et al.*, 1995), mas não ocorreu em nenhum dos locais aqui

estudados no Arquipélago dos Abrolhos.

É inadequado tentar associar para o Brasil os mesmos processos e mecanismos responsáveis pela estruturação das comunidades descritos para outros recifes. Abrolhos difere significativamente dos recifes bem conhecidos do Caribe em relação aos aspectos morfológicos, sedimentologia, organismos construtores e história holocênica (Leão, 1982). No Caribe ou no Indo-Pacífico, por exemplo, o número de espécies de corais é cerca de duas a dez vezes maior do que o encontrado em áreas recifais brasileiras (Veron, 1995). Naquelas áreas os corais recobrem, em alguns casos, cerca de 80% do substrato (Moll, 1986). Assim, deve-se tomar cuidado ao tentar associar padrões encontrados no Brasil, que possui menos de 20 espécies, com os padrões descritos para comunidades coralíneas que podem apresentar mais de 300 espécies diferentes e uma cobertura de corais duas ou mais vezes maior. Além disto, as contribuições de mecanismos físicos e ecológicos, como competição e predação, para a estruturação das comunidades, ainda são muito pouco estudadas em nossos recifes.

O valores encontrados para o índice de diversidade de Shannon foram muito baixos: entre 0,28 e 0,53, aproximadamente. Estes valores, aparentemente diferem daqueles encontrados por Pitombo *et al.* (1988) e Villaça & Pitombo (1997). No entanto, a ausência de réplicas nestes dois trabalhos e a extrema variação entre repetições temporais dos mesmos transectos de Villaça & Pitombo (1997) impedem qualquer interpretação sobre estas variações.

O principal componente de variação do índice é a equitatividade, já que a riqueza, além de ser muito baixa varia muito pouco entre cada local. Na maioria das estações observa-se uma dominância de algas calcárias e *Mussismilia braziliensis* (Tabela VIII). À exceção de *S. stellata* e *F. gravida*, as outras espécies de corais apresentam porcentagens de cobertura muito baixas e possuem uma contribuição para a cobertura do fundo extremamente pequena.

6.3. Comparação entre Locais

Além do teste de similaridades (ANOSIM), foram utilizados dados físicos (declividade, rugosidade e hidrodinamismo) e bióticos (inclinação das bases e tamanho das colônias, distâncias entre colônias e entre ponto aleatório e colônias), estes relativos a espécies selecionadas, para efetuar comparações entre os locais estudados. Não foi possível incluir as estações T1 e T2 da Face Norte na análise de similaridades (ANOSIM), conforme justificado anteriormente.

A comparação entre as comunidades de cada estação (teste ANOSIM) evidenciou que, de modo geral, os locais são distintos uns dos outros, com uma única exceção. Os resultados das diferenças entre estações de um mesmo local foram heterogêneos. Não foram observadas diferenças significativas entre as estações do Portinho (nível de significância = 11,8%), enquanto as duas estações da Siriba mostraram-se significativamente diferentes (nível de significância = 1,6%).

A estação T3 da Face Norte da Ilha de Santa Bárbara mostrou-se significativamente diferente das demais estações do Portinho e da Siriba (ver Tabela VII). A cobertura relativa de corais é muito mais alta neste local. A Face Norte apresentou uma diversidade de corais significativamente menor, em relação aos outros locais, devido a uma grande dominância de *M. braziliensis*. A equitatividade é significativamente mais baixa do que na Ilha Siriba (local de maior equitatividade). Além disso, a Face Norte apresenta as menores distâncias entre pontos aleatórios e colônias de *M. braziliensis*, *S. stellata* e *F. gravida*, sugerindo uma maior densidade de colônias ou de agregações de colônias. Isto está de acordo com a alta cobertura relativa de corais observada para este local. As colônias de *M. braziliensis* também foram significativamente maiores na Face Norte. Essa espécie forma colônias extremamente grandes, que desta forma contribuem para a alta cobertura de

corais.

Uma primeira diferença marcante observada entre o Portinho e a Siriba foi a diferenciação das estações mais rasas e mais fundas de cada local. Como mencionado, só conseguimos observar diferenças significativas entre estações de um mesmo local para a Siriba. As comparações entre estações de locais diferentes resultaram em diferenças significativas em praticamente todos os casos.

As diferenças obtidas entre a maioria das estações do Portinho com as da Siriba podem ser devidas às coberturas relativas de corais, que no Portinho são mais baixas (Fig. 24). Não se detectou diferenças significativas entre as estações T3 do Portinho (a mais funda deste local) e T1 da Siriba (a mais rasa deste local) (nível de significância = 31,0%). Ao se observar a porcentagem de cobertura total de corais (Fig. 24), percebe-se que essas estações apresentam uma maior variação entre réplicas, quando comparadas às demais estações destes dois locais. Em relação às comparações bióticas específicas entre estes dois locais, as únicas diferenças significativas encontradas foram no tamanho das colônias de *P. branneri* e na distância entre pontos aleatórios e colônias mais próximas de *Siderastrea stellata*. Colônias de *P. branneri* se mostraram menores na Ilha Siriba. As distâncias de ponto a colônia de *Siderastrea stellata* também foram menores na Ilha Siriba, quando comparadas com o Portinho. Isto indica um maior espaçamento entre colônias ou grupos de colônias desta espécie no Portinho, quando comparado com a Siriba. Uma vez que os testes de distância entre colônias não conseguiram demonstrar diferenças significativas, sugere-se que, possivelmente, a ocorrência de agregações de colônias, ou sua disposição, nestes dois locais é diferente.

Os perfis de inclinação dos três locais (Fig. 32) mostraram que as declividades e as profundidades máximas são pequenas em todos eles. Por este motivo, as profundidades das estações foram muito próximas em cada local (Tabela I). Ao se comparar o índice de diversidade de Simpson entre as diferentes estações dentro de cada local, não se obteve em

nenhum dos dois locais testados (Portinho e Siriba) qualquer variação da diversidade em relação à profundidade.

No Portinho, sugere-se que esta pequena diferença de profundidade entre as estações, associada a características físicas locais podem ter sido responsáveis pela homogeneidade entre elas. Aparentemente, no Portinho a tendência de mudanças na comunidade em função das profundidades é bem menor que na Siriba. Apesar de se observar variações nas médias de cobertura de alguns grupos nas diferentes estações do Portinho, estas são sempre acompanhadas de grandes desvios, que inviabilizam a diferenciação estatística destas estações. Entre estas variações, destaca-se a mudança na dominância relativa de *Siderastrea stellata* sobre *Mussismilia braziliensis* na estação mais rasa (T1), para uma igualdade de cobertura destas espécies em T2 e a dominância de *M. braziliensis* em T3 (Tabela IV). As algas e os zoantídeos não apresentaram variações perceptíveis na porcentagem de cobertura.

Na Ilha Siriba, as duas estações diferiram marcadamente quanto à cobertura de alguns grupos presentes. Embora a variação tenha sido grande e algumas médias muito baixas, na estação T2 (mais funda) há uma maior porcentagem de algas calcárias, de *Palythoa spp.* e *Zoanthus spp.*, e uma menor porcentagem de algas frondosas. Para os corais, apesar de ligeiras diferenças nas médias, houve grandes desvios associados que não permitem maiores considerações (ver colunas DP na tabela IV). Assim, as maiores diferenças estariam relacionadas apenas a alterações da abundância de algas calcárias, frondosas e zoantídeos.

As condições físicas a que está exposto o local situado na Ilha Siriba são inversas às do Portinho, na face sul da Ilha de Santa Bárbara. Enquanto que o local estudado na Ilha Siriba parece ser o mais abrigado dos ventos incidentes na região (Figs. 1 e 2, Laborel, 1969), o Portinho recebe diretamente o impacto dos ventos sul (de cerca de 40 nós), que provocam grandes ondas. Em alguns ambientes coralíneos, até mesmo os danos causados

por âncoras pode ser insignificante comparada aos distúrbios provocados por tempestades (Rogers *et al.*, 1983). Segundo Sheppard (1982), quanto mais forte o movimento de água, maior é a cobertura e construção por algas calcárias, e menor a contribuição de corais. Os dados do presente estudo corroboram esta hipótese, uma vez que apontam para uma cobertura total de corais mais baixa no Portinho (6,6 a 9%, comparados a 11,8% na Siriba).

Segundo Tanner *et al.* (1994), em ambientes perturbados, em geral, leva muito tempo para que uma espécie chegue a atingir uma situação de dominância em relação às outras. Além disso, distúrbios em grande freqüência evitam que o processo sucessional se complete. Desta forma, se por um lado um certo grau de perturbação ambiental permite um aumento da diversidade (Connell, 1978), até mesmo por evitar a dominância absoluta de uma espécie, por outro ele acaba por manter a comunidade em estágios iniciais de sucessão. Neste sentido, um indício de maiores distúrbios físicos no Portinho poderia ser a dominância conjunta, entre os corais, de *Siderastrea stellata* e *Mussismilia braziliensis* no Portinho, enquanto ocorre dominância absoluta de *Mussismilia braziliensis* na Face Norte e na Siriba, (Fig. 23).

Não foi detectada diferença significativa entre as estações T1 da Siriba e T3 do Portinho. Embora T1 represente a estação mais rasa na Ilha Siriba (cerca de 1,9m) e T3 a mais funda no Portinho (cerca de 3,5m), é possível que suas condições de hidrodinamismo sejam similares. Dadas as mesmas condições de ondas, uma área mais rasa em um determinado costão irá receber um impacto maior que uma área mais funda. A estação T3 do Portinho, por estar em maior profundidade, seria assim a mais abrigada neste local. Por outro lado, na Ilha Siriba, T1 seria a mais sujeita ao hidrodinamismo no local. Entretanto, as condições físicas específicas conferem maior proteção contra as ondas ao local na Ilha Siriba (Figs. 1 e 2). Assim, T1 na Ilha Siriba teria um impacto atenuado, possivelmente mais próximo ao observado em T3 do Portinho do que sugerem as batimetrias das

estações. É importante ressaltar que, diante da estreita faixa batimétrica aqui analisada, a variação da luminosidade deve ser muito pequena. A sugestão de influência da luminosidade na abundância de algas calcárias apresentada por Figueiredo (1997) é baseada em amostragens realizadas a 0,5 e 5m, que portanto, apresentam uma variação bem maior do que a das estações aqui estudadas. Assim, no presente caso, o hidrodinamismo deve ser um fator mais importante para a estruturação da comunidade do que a luminosidade.

Não foram detectadas diferenças significativas em comparações das rugosidades e das inclinações das bases das colônias de mesma espécie realizadas entre os três locais. Entretanto, ao se comparar as inclinações das bases de espécies diferentes, foram indicadas algumas diferenças significativas. Os padrões de inclinação de bases de colônias sugerem três posturas básicas. *Siderastrea stellata* diferiu de todas as demais espécies, apresentando a maior ocorrência de colônias em áreas mais planas (fig. 30 e). Assumiu-se que estes locais apresentam maior carga de sedimentação e maior luminosidade. Foi sugerido anteriormente que *S. stellata* parece possuir grande resistência à sedimentação (Echeverría *et al.*, 1997).

Mussismilia braziliensis e *Favia gravida* também apresentaram preferências por locais menos inclinados. A figura 30 (c, d) mostra as inclinações das bases das colônias destas espécies. O teste não mostrou diferença significativa ($0,1>p>0,05$) entre *F. gravida* e *M. braziliensis*, embora a probabilidade das diferenças ocorrerem ao acaso estivesse próxima de regeitar a hipótese nula. Aparentemente, pode-se assumir que essas espécies apresentam um padrão de inclinação semelhante. *F. gravida* também apresenta uma boa capacidade de remoção do sedimento (Belém *et al.*, 1986) e, segundo Laborel (1969), trata-se de uma espécie estritamente fotófila. As colônias de *M. braziliensis* apresentam uma forma singular de crescimento, na qual a base da colônia é relativamente estreita, e a parte mediana alargada e maciça. Devido a essa característica de crescimento, uma

colocação da colônia em uma área menos inclinada poderia ser favorável ao equilíbrio necessário para que ela não tombe, desprendendo-se do substrato. Além disto, os pólipos grandes dessa espécie também sugerem uma grande eficiência na remoção de sedimentos (Belém *et al.*, 1986).

Agaricia agaricites e *Porites branneri* ocorreram principalmente em substratos bem inclinados (Fig. 30 a, b). Ambas ocorrem junto às fendas e buracos do recife. Ao investigar padrões de assentamento larvar, Carleton & Sammarco (1987) encontraram recrutas do gênero *Porites* apenas nos substratos mais irregulares. Sabe-se também que *Agaricia agaricites* possui uma baixa capacidade de remoção de sedimentos (Sheppard, 1982) e, segundo Bak & Steward-Van Es (1980), um baixo potencial competitivo, confirmado por uma menor capacidade de regeneração em comparação a outras espécies. Esta espécie apresentou crescimento lateral no plano vertical em um recife com grande sedimentação na Costa Rica (Cortés & Risk, 1985). Lewis (1974) descreveu uma preferência de *A. agaricites* por habitats sombreados.

Alguns fatores fazem com que determinadas espécies de invertebrados sésseis apresentem preferências por substratos irregulares, inclinados e próximos a fendas. Entre estes fatores estão proteção contra predação (Day, 1977) e tentativa de evitar a sedimentação (Carleton & Sammarco, 1987). Rogers (1979) detectou diferentes respostas de corais à sedimentação, com algumas espécies sendo mais resistentes que outras. Em experimento realizado por Maida & Ferreira (1995) em recifes costeiros de Tamandaré, PE, foi observado recrutamento de corais apenas na parte voltada para baixo das estruturas utilizadas. Embora no presente estudo não se tenha obtido dados sobre sedimentação, sabe-se que a região de Abrolhos apresenta uma grande quantidade de material em suspensão (Leão, 1982). Assim, a distribuição das espécies no substrato depende das estratégias adaptativas de cada uma delas. Algumas espécies apresentam uma grande eficiência na remoção do sedimento, e portanto, resistem melhor à maior sedimentação em locais menos

inclinados, onde podem melhor aproveitar a luminosidade (Carleton & Sammarco, 1987). Assim, como aparentemente não há grandes diferenças entre os três locais estudados no que diz respeito à complexidade do substrato, a inclinação das colônias se dá de forma semelhante em todos eles e segundo características biológicas adaptativas de cada espécie.

Diversos autores abordaram vários aspectos da influência da sedimentação sobre algumas espécies de corais (Dodge et al., 1974, Dogde & Vaisnys, 1977, Riegl, 1995 entre outros). Entretanto, como grande parte das espécies aqui encontradas são endêmicas (Castro, 1994) e os estudos sobre elas são ainda escassos no Brasil, não existem até o presente momento muitos dados sobre a biologia e fisiologia destas espécies. Assim, para melhor compreender a dependência dos processos que influenciam no recrutamento, crescimento e sobrevivência de organismos recifais (sedimentação, luz, predação, competição, hidrodinamismo, etc.) serão necessários maiores estudos específicos sobre estes temas com corais brasileiros.

Apesar das inferências aqui apresentadas, é difícil descrever a estruturação da comunidade em uma faixa batimétrica tão estreita como a encontrada nos recifes em franja do Arquipélago dos Abrolhos. A maioria dos estudos que descrevem padrões de zonação em recifes apresentam uma ampla faixa batimétrica (Porter, 1972; Bak & Engel, 1979; Liddell & Ohlhorst, 1987; Dai, 1988; Dahlgren, 1989; Gili *et al.*, 1989; Adjeroud, 1997). Isto sugere que as pequenas diferenças encontradas entre profundidades e entre locais aqui amostrados possam ser características também comuns em recifes em franja de outras regiões.

7. CONCLUSÕES

As conclusões a seguir referem-se aos objetivos específicos do presente estudo, indicados anteriormente. O resultado de testes e análises relacionados a cada um são aqui associados a cada item.

- Embora os métodos de quadrados e transectos de interseções pontuais de linha, tal como utilizados, forneçam resultados muito similares no que diz respeito à cobertura das espécies, este último possuiu uma maior resolução na amostragem de comunidades recifais no Arquipélago dos Abrolhos.
    - ⇒ A análise de similaridades entre os resultados de quadrados e transectos de interseções de linha não conseguiu rejeitar a hipótese nula dos dois métodos fornecerem resultados iguais (ANOSIM, 47,9% de significância).
    - ⇒ Transectos de interseções de linha indicaram a presença de diversas espécies de baixa cobertura (<5%), as quais não foram detectadas pelos quadrados correspondentes.
- Através de análises preliminares, foi possível reduzir em mais de 70% o esforço de amostragem com os métodos citados acima, através de subamostragens de cada unidade.
    - ⇒ Quadrados: redução de 441 pontos, em cerca de 60 min de coleta de dados por observador, para 100 pontos por réplica, em cerca de 13 min por observador;
    - ⇒ Transectos de interseções delinha: redução de leitura contínua (equivalente a 2000 pontos), em cerca de 80 min, para 500 pontos por réplica, em cerca de 30 min por observador.
- O método de transectos de interseções pontuais de linha é mais indicado para estudos que necessitem de maior resolução, incluindo espécies de menor cobertura. O método de quadrados é indicado para estudos que necessitem amostrar apenas as espécies mais abundantes.

- Não se observou um padrão nítido de zonação (com dominância expressiva de espécies diferentes em cada zona) entre 1,9 e 4 m nos recifes em franja do Arquipélago dos Abrolhos.
  - ⇒ Portinho: resultado não significativo para teste entre estações para o índice de diversidade ($p>0,05$);
  - ⇒ Siriba: resultado não significativo para teste entre estações para o índice de diversidade ($p>0,05$). Apesar do resultado ter sido significativo para o teste ANOSIM (significância = 1,6%), diferentes profundidades apresentaram a mesma relação de dominância entre as espécies de corais. As diferenças foram devidas principalmente às coberturas de algas e zoantídeos.
  - ⇒ Não foi testada zonação na Face Norte.
- A principal diferença abiótica entre os três locais amostrados parece ser a influência de ventos e ondas. Sugere-se que estes fatores possam ter determinado diferenças bióticas como cobertura total de corais, estruturação das comunidades a diferentes profundidades, diversidade, tamanho de colônias e distribuição destas no substrato. Estas diferenças estariam associadas a intensidade e freqüência de distúrbios físicos nas comunidades e as respostas de cada espécie ou grupo a estes fatores.
  - ⇒ O Portinho e a Face Norte sofrem maior influência de ventos e ondas, enquanto o local amostrado na Ilha Siriba é o mais protegido. O local no Portinho recebe frontalmente o impacto de tempestades com ventos e ondas de Sul, os mais fortes na região.
  - ⇒ Não foram detectadas diferenças significativas entre as rugosidades dos três locais amostrados ($p=0,09$).
  - ⇒ A cobertura total de corais foi mais alta na Face Norte e devida principalmente à grande dominância, entre os corais, de *Mussismilia braziliensis*.
  - ⇒ Possivelmente, a diversidade foi menor na Face Norte ($p<0,10$), enquanto a equitatividade foi significativamente maior na Ilha Siriba ($p<0,05$).

⇒ *M. braziliensis* e *Favia gravida* apresentaram menor espaçamento entre ponto aleatório e colônias na Face Norte ($p<0,05$).

⇒ Aparentemente, *Siderastrea stellata* pode apresentar diferenças de espaçamento entre ponto aleatório e colônia entre todos os locais ($p<0,10$). A Face Norte apresentou as menores distâncias e a Siriba as maiores distâncias.

⇒ Colônias de *M. braziliensis* foram maiores na Face Norte ($p<0,05$).

⇒ Colônias de *Porites branneri* foram menores na Ilha Siriba ($p<0,05$).

- Algumas das espécies estudadas apresentaram diferenças de tamanho e padrão de distribuição entre os três locais amostrados (análises indicadas no ítem anterior). No entanto, inclinação de bases de colônias é uma característica que variou pouco entre locais para uma mesma espécie ($p>0,10$).
- Diferentes espécies de corais parecem apresentar preferências distintas por determinadas inclinações de substrato. Este fato pode estar relacionado a diferentes estratégias adaptativas desenvolvidas por cada espécie.

⇒ *S. stellata* ocorreu em locais mais horizontais, diferindo significativamente de todas as demais espécies amostradas ($p<0,05$).

⇒ *M. braziliensis* e *F. gravida* ocorreram preferencialmente em locais pouco inclinados, diferindo significativamente de *M. braziliensis*, *P. branneri* e *Agaricia agaricites* ($p<0,05$).

⇒ *P. branneri* e *A. agaricites* ocorreram preferencialmente em locais bem inclinados, diferindo significativamente das demais espécies ($p<0,05$).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADJEROUND, M., 1997. Factors influencing spatial patterns on coral reefs around Moorea, French Polynesia. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **159**: 105-119.

ADJEROUND, M. & SALVAT, B., 1996. Spatial patterns of a fringing reef community along Opunohu Bay, Moorea, French Polynesia. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **59** (1): 175-187.

ANDREW, N.L. & MAPSTONE, B.D., 1987. Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev, 25**: 39-90.

BAK, R.P.M. & ENGEL, M.S., 1979. Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of the life history strategies in the parent coral community. **Mar. Biol.**, Berlin, **54**: 341-352.

BAK, R.P.M. & STEWARD-VAN ES, Y., 1980. Regeneration of superficial damage in the Scleractinian corals *Agaricia agaricites* f. *purpurea* and *Porites astreoides*. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **30**(4): 883-887.

BELÉM, M.J.C., ROHLFS, C., PIRES, D.O., YOUNG, P.S. & CASTRO, C.B., 1986. SOS corais. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, **4**(26): 34-42.

BENEDETTI-CECCHI, L.; AIROLDI, L.; ABBIATI, M. & CINELLI, F., 1996. Estimating the abundance of benthic invertebrates: a comparison of procedures and variability between observers. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **138**: 93-101.

BOUCHON, C., 1981. Quantitative study of the scleractinian coral communities of a fringing reef of Reunion Island (Indian Ocean). **Mar. Ecol. Prog. Ser.,** Oldendorf/Luhe, **4**: 273-288.

BROS, W.E. & COWELL, B.C., 1987. A techinique for optimizing sample size (replication). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdan, **114**: 63-71.

CARLETON, J.H. & SAMMARCO, P.W., 1987. Effects of substratum irregularity on success of coral settlement: quantification by comparative geomorphological techniques. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **40**(1): 85-98.

CASTRO, C.B., 1994 **in**: HETZEL, B. & CASTRO, C. B. **Corais do Sul da Bahia.** Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira. 189 p.

CASTRO, C.B., ECHEVERRÍA, C.A., PIRES, D.O., MASCARENHAS, B.J. de A. & FREITAS, S.G., 1995. Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infralitoral de costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, Rio de Janeiro, **55**(3): 471-480.

CHIAPPONE, M. & SULLIVAN, K.M., 1991. A comparison of line transect versus linear percentage sampling for evaluating stony coral (Scleractinia and Milleporina) community similarity and area coverage on reefs of the central Bahamas. **Coral Reefs**, Berlin, **10**: 139-154.

CHIAPPONE, M., SULLIVAN, K.M. & LOTT, C., 1996. Hermatipic scleractinian corals of the Southeastern Bahamas: a comparison to Western Atlantic Reef Systems. **Caribb. J. Sci.**, Mayagües, **32**(1): 1-13.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 1994, **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory. 144 p.

CONNELL, J.H., 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, New York, **199**: 1302-1310.

CORTÉS, J. & RISK, M.J., 1985. A reef under siltation stress: Cahuita, Costa Rica. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **36**(2):339-356.

COUTINHO, R., VILLAÇA, R.C., MAGALHÃES, C.A., GUIMARAENS, M.A., APOLINÁRIO, M. & MURICY, G., 1993. Influência antrópica nos ecossistemas coralinos da região de Abrolhos, Bahia, Brasil. **Acta biol. Leopoldensia**, São Leopoldo, **15**(1): 133-144.

DAHLGREN, E.J., 1989. Gorgonian community structure and reef zonation patterns on Yucatan coral reefs. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **45**(3): 678-696.

DAI, C.F., 1988. Coral communities of Southern Taiwan. **Proc. 6th Int. Coral Reef Symp.**, Australia, **2**: 647-652.

DAY, R.W., 1977. Two contrasting effects of predation on species richness in coral reef habitats. **Mar. Biol.**, Berlin, **44**: 1-5.

DHN, 1996. **Tábua de Marés para 1997**. Rio de Janeiro, Ministério da Marinha, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 193p.

DODGE, R.E., ALLER, R.C. & THOMSON, J., 1974. Coral growth related to resuspension of bottom sediments. **Nature**, London, **247**(5442): 574-577.

DODGE, R.E. & VAISNYS, J.R., 1977. Coral populations and growth patterns: responses to sedimentation and turbidity associated with dredging. **J. Mar. Res.**, **35**(4): 715-730.

DODGE, R.E., LOGAN, A. & ANTONIUS, A., 1982. Quantitative reef assessment studies in Bermuda: a comparison of methods and preliminary results. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **32**(3): 745-760.

ECHEVERRÍA, C.A., PIRES, D.O., MEDEIROS, M.S. & CASTRO, C.B., 1997. Cnidarians of the Atol das Rocas, Brasil. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.,** Balboa, **1**: 443-446.

FIGUEIREDO, M.A. de O., 1997. Colonization and growth of crustose coralline algae in Abrolhos, Brazil. **Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.**, Balboa, **1**: 689-694.

GAUCHE, H.G.G., JR., 1982. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge, Press Syndicate of the University of Cambridge, 298p.

GILI, J.M., MURILLO, J. & ROS, J., 1989. The distribution pattern of benthic cnidarians in the Western Mediterranean. **Scient. mar.**, **53** (1): 19-35.

GREIG-SMITH, P., 1983. **Quantitative plant ecology.** Oxford, Blackwell Scientific Publications. 359 p.

HETZEL, B. & CASTRO, C. B., 1994. **Corais do Sul da Bahia.** Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira. 189 p.

JAAP, W.C., HALAS, J.C. & MULLER, T.G., 1988. Community dynamics of stony corals (Milleporina and Scleractinia) at Key Largo National Marine Sanctuary, Florida, during 1981-1986. **Proc. 6th Int. Coral Reef Symp.**, Townsville, **2**: 237-243.

JONES, O.A. & ENDEAN, R., 1973. **Biology and geology of coral reefs - Volume II: Biology 1**. London, Academic press. 480p.

JOLY, A.B., OLIVEIRA FILHO, E.C., NARCH, W., 1969. Projeto de criação de um Parque Nacional Marinho na região de Abrolhos, BA. **An. Acad. brasil. Ciênc.**, Rio de Janeiro, **41**: 247-251.

KEOGH, M.J. & QUINN, G.P., 1991. Causality and the choice of measurements for detecting human impacts in marine environments. **Aust. J. Mar. Freshwater Res.**, Melbourne, **42**: 539-554.

LABOREL, J., 1969. Les peuplements de Madreporaires des Côtes tropicales du Brésil. **Annls. Univ. Abidjan**, Abidjan, (E) **2**(30): 1-260.

LEÃO, Z.M.A.N., 1982. **Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil**. Miami, University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences. Ph.D. Dissertation, 218p.

LEÃO, Z.M.A.N., 1983. Abrolhos - O refúgio pleistocênico de uma fauna terciária de corais. **Rev. Ciênc. da Terra, 8**: 22-24.

LEWIS, J.B., 1974. Settlement and growth factors influencing the contagious distribution of some Atlantic reef corals. **Proc. 2nd Int. Coral Reef Symp.**, Brisbaine, **2**: 201-206.

LEWIS, J.B, 1996. Spatial distributions of the calcareous hydrozoans *Millepora complanata* and *Millepora squarrosa* on coral reefs. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **59**(1): 188-195.

LIDDELL, W.D. & OHLHORST, S.L., 1987. Patterns of reef community structure, North Jamaica. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **40**(2): 311-329.

LOYA, Y., 1976. Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rican corals. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **26**(4): 450-466.

LOYA, Y., 1978. Plotless and transect methods pp 197-217 **in**: STODDART, D.R. & JOHANNES, R.E. (Eds.) **Coral reefs: research methods.** Paris, UNESCO. 581 p..

LUDWIG, J.A. & REYNOLDS, J.F., 1988. **Statistical ecology: a primer on methods and computing**. New York, John Wiley & Sons. 337p.

MAGURRAN, A.E., 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton, Princeton University Press. 179p.

MAIDA, M. & B.P. FERREIRA, 1995. Estudo preliminar sobre o assentamento de corais em um recife na baía de Tamandaré-PE. **Bol. Técn. Cient. CEPENE**, Tamandaré, **3**(1): 23-36.

MALATESTA, R.J., AUSTER, P.J. & CARLIN, B.P., 1992. Analysis of transect data for microhabitat correlations and faunal patchiness. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **87**: 189-195.

MOLL, H., 1986. The coral community structure on the reefs visited during the Snellius II Expedition in Eastern Indonesia. **Zoologische Mededelingen**, Leiden, **60**(1): 1-25.

MUEHE, D., 1990. O Arquipélago dos Abrolhos: geomorfologia e aspectos gerais. **Anu. Inst. Geociênc. Univ. fed. Rio de J.,** Rio de Janeiro, **(1987-1988):** 90-100.

PAIVA, P.C., 1996. **Variação espacial e temporal da macrofauna bentônica da enseada de Picinguaba, Ubatuba, SP - Relevância no planejamento amostral em estudos oceanográficos e de monitoramento ambiental de fundos marinhos inconsolidados**. Tese de Doutoramento, Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 140p.

PITOMBO, F.B., RATTO, C.C. & BELÉM, M.J.C., 1988. Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs of Abrolhos Archipelago, Brazil. **Proc. 6th Int. Coral Reef Symp.**, Toewnsville, **2**: 817-820.

PORTER, J.W., 1972. Patterns of species diversity in caribbean reef corals. **Ecology**, New York, **53**(4): 745-748.

RIEGL, B., 1995. Effects of sand deposition on scleractinian and alcyonacean corals. **Mar. Biol.**, Berlin, **121**: 517-526.

ROGERS, C.S., 1979. The effect of shading on coral reef structure and function. **J. exp. mar. Biol. Ecol.,** Amsterdan, **41**: 269-288.

ROGERS, C.S., GILNACK, M.G. & CARL FITZ III, H., 1983. Monitoring of coral reefs with linear transects: a study of storm damage. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, Amsterdan, **66**: 285-300.

SERRA, A., 1975. Climatologia da América do Sul. **In**: Serra, A. Climatologia do Brasil. N° 3. **Bol. geogr.,** Rio de Janeiro, **33**: 43-95.

SHEPPARD, C.R.C., 1982. Coral populations on reef slopes and their major controls. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Oldendorf/Luhe, **7**: 83-115.

SIEGEL, S., 1975. **Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento)**. Rio de Janeiro, McGraw-Hill, Inc. 350 p.

SMITH, F.G.W., 1971. **Atlantic reef corals**. Florida, University of Miami Press. 164p.

SOUTHWOOD, T.R.E., 1978. **Ecological methods: with particular reference to the study of insect populations.** 2nd ed. London, Chapman & Hall. 524 p.

STIMSON, J., 1974. An analysis of the pattern of dispersion of the hermatypic coral *Pocillopora meandrina* var. *nobilis*. **Ecology**, New York, **55**: 445-449.

STODDART, D.R. & JOHANES, R.E., 1978. **Coral reefs: research methods**. Paris, UNESCO. 581p.

SULLIVAN, K.M. & CHIAPPONE, M., 1992. A comparison of belt quadrat and species presence/absence sampling of stony coral (Scleractinia and Milleporina) and sponges for evaluating species patterning on patch reefs of the central Bahamas. **Bull. mar. sci.,** Coral Gables, **50**(3): 464-488.

TANNER, U.E., HUGHES, T.P. & CONNELL, J.H., 1994. Species coexistence, keystone species, and succession: a sensitivity analysis. **Ecology**, New York, **75**(8): 2204-2219.

UNDERWOOD A.J., 1991. Beyond BACI: Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. **Aust. J. Mar. Freshwater Res.**, Melbourne, **42**(3): 569-588.

UNDERWOOD, A.J., 1993. The mechanics of spatially replicated sampling programmes to detect environmental impacts in a variable world. **Aust. J. Ecol.**, Melbourne, **18**(1): 99-116.

VERON, J.E.N., 1995. **Corals in space and time: the biogeography and evolution of the scleractinia**. Sidney, UNSW Press. 321 p.

VILLAÇA, R. & PITOMBO, F.B., 1997. Benthic communities of shallow-water reefs of Abrolhos, Brazil. **Rev. bras. oceanogr.**, São Paulo, **45** (1/2): 35-43.

WELLS, J.W., 1954. Recent corals of the Marshall Islands. Bikini and nearby atolls. Part 5, Oceanography (Biologic). **Prof. Pap. U. S. geol. Surv.**, Washington, **260:** 385-486.