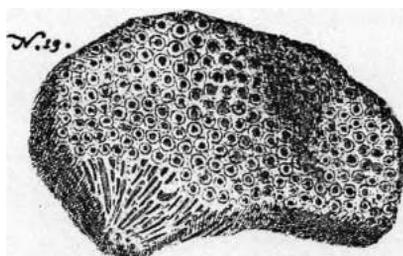


FERNANDA MARIA DUARTE DO AMARAL

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DOS ESQUELETOS DE  
MONTASTRAEA CAVERNOSA (LINNAEUS, 1767)  
E FAVIA GRAVIDA VERRILL, 1868  
(CNIDARIA, SCLERACTINIA)



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

1991

FERNANDA MARIA DUARTE DO AMARAL

VARIAÇÃO MORFOLÓGICA DOS ESQUELETOS DE  
MONTASTRAEA CAVERNOSA (LINNAEUS, 1767)  
E EAVIA GRAVIDA VERRILL, 1868  
(CNIDARIA, SCLERACTINIA)

Banca examinadora:

Dr. Clovis Barreira e Castro

Dr. Paulo Secchin Young

Dr. Flavio da Costa Fernandes

Rio de Janeiro, 19 de dezembro de 1991

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

Orientadora:

Profa. Dra. Maria Júlia da Costa Belém  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Museu Nacional

**FICHA CATALOGRÁFICA****AMARAL, Fernanda Maria Duarte do**

Variação morfológica dos esqueletos de Montastraea cavernosa (Linnaeus, 1767) e Favia gravida Verrill, 1868 (CNIDARIA, SCLERACTINIA). Rio de Janeiro. UFRJ, Museu Nacional, 1991.

xvi, 120f.

Tese: Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia)

1. Variação morfológica
2. Montastraea cavernosa
3. Favia gravida
4. Scleractinia
5. Faviidae
6. Teses

I. Universidade Federal do Rio de Janeiro- Museu Nacional

II. Título

Desenho da capa- Reproduzido de SEBA (1758).

Dedico esta dissertação ao meu pai, Fernando Amaral, por mais um sonho compartilhado. Todo amor e gratidão a quem mais me ajudou a transformá-lo em realidade.

## AGRADECIMENTOS

A toda minha família (pais, irmãos e avós), pelo apoio e estímulo em todos os momentos, sem os quais nada seria possível. A eles, os meus mais especiais agradecimentos e consideração.

À Dra. Maria Júlia da Costa Belém, do Museu Nacional (UFRJ), pela orientação, oportunidades e todas as importantes sugestões recebidas.

À Dra. Ann Foster Budd, da University of Iowa, pela cuidadosa análise e discussão dos resultados, bem como participação criteriosa em várias etapas do trabalho, extensivos aos Profs. Julie Golden e James Kralick pela cooperação.

Ao Dr. Eric Jordán Dalhgren, da Universidad Nacional Autónoma de México, pela orientação estatística, ajuda na coleta dos exemplares do Caribe mexicano, confiança e incentivo, extensivos ao Chefe da Estación Puerto Morelos da U.N.A.M., Dr. Enrique Lozano, que tão bem me recebeu durante a visita científica.

À equipe do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (PARNA), na pessoa do Coordenador Júlio Gonchorosky, por todas as facilidades e amabilidades durante as excursões ao Arquipélago.

Aos demais Pesquisadores do Setor de Celenterologia do Museu Nacional: Cláudio C. Ratto e Fábio B. Pitombo pela ajuda em várias etapas do trabalho; em especial, às Biólogas Ana Cláudia J. Marques e Suzana P. Machado, por tudo o que significam para mim. Sinceros agradecimentos ao Dr. Clovis B. e Castro, por sua orientação em computação e à Profa. Débora O. Pires, pela revisão do manuscrito.

Aos Geólogos marinhos: Dra. Zelinda M. A. N. Leão, da Universidade Federal de Bahia, e Prof. Luiz G. Lira, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todas as críticas valiosas relacionadas ao Capítulo "Locais de estudo", extensivos ao Paleontólogo Prof. Cândido S. Ferreira, do Museu Nacional.

À Dra. Elga M. Mayal, da Universidade Federal de Pernambuco, pelo apoio e por ser alguém presente em todos os passos de minha carreira profissional.

Ao Dr. Paulo S. Young, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelas sugestões importantes na etapa inicial da tese.

À Dra. Nora I. Goreau, da University of West Indies, pelos comentários interessantes ao manuscrito, realizados durante o II Congreso de Ciencias del Mar (Habana, Cuba).

À Coordenação da Pós-Graduação em Zoologia do Museu Nacional.

Aos amigos da Biblioteca do Museu Nacional: Antônio C. G. Lima, José de A. Aguiar e Marcos A. Lemos, pelos vários serviços prestados; em especial, à Bibliotecária Vera de F.

Barbosa, pela revisão do Capítulo "Referências Bibliográficas".

Ao Prof. Johann Becker, do Museu Nacional, por algumas traduções do latim.

Aos Funcionários do Museu Nacional, nos nomes de Agnel S. Teixeira, Anete L. Costa, e aos queridos Jolanda A. Silva e Olavo J. Pereira.

Ao Desenhista do Museu Nacional Luís A. Costa, por várias ilustrações.

Ao Dr. Clive R. Wilkinson, do Australian Institute of Marine Science, Editor Biológico da Revista "Coral Reefs", pelos detalhados conselhos científicos feitos ao manuscrito enviado para publicação.

Ao Dr. Sérgio F. dos Reis, da Universidade Estadual de Campinas, pela orientação na interpretação dos resultados das análises multivariadas.

Ao Comandante José Roberto, da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Rio de Janeiro, pela ajuda na obtenção dos dados hidrográficos das localidades de estudo.

Ao Fotógrafo Eugênio Neto, pelas fotos dos esqueletos dos corais e aos Fotógrafos submarinos Carlos Secchin e Enrico Marcovaldi, pela companhia em mergulhos e doação de slides.

A outros Mergulhadores que também me ajudaram na coleta de material: Adolfo Corrêa, Edvaldo Filho, Gabriel Bandeira e Maria Zélia D. Amaral.

À Professora Fátima Barros, do Colégio de Aplicação da UFPE, pelas boas sugestões gramaticais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Comissão Interministerial dos Recursos do Mar (CIRM), pelos três anos de Bolsa de Mestrado (Convênio CAPES/CIRM).

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio à Dra. M. J. C. Belém, que permitiu os trabalhos de laboratório e várias excursões.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela Bolsa de Finalização de Mestrado.

A Cláudio Coutinho Bartolomeu, por seu amor e incentivo.

## RESUMO

A variabilidade morfológica é uma característica comum em muitos animais coloniais, porém pouco compreendida. Foram analisadas as variações do esqueleto de Montastraea cavernosa do Brasil, Abrolhos (BA) e Tamandaré (PE) e do México, Puerto Morelos (Q.ROO); e de Favia gravida de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz (ES). Foram coletados exemplares de M. cavernosa nos recifes de Abrolhos em três profundidades: 0-5 m, 10-15 m e 15-20 m. Nas demais localidades, os espécimens foram obtidos entre 0 e 5 m. Os exemplares de F. gravida foram todos obtidos nesta profundidade. Cerca de 14 medições foram feitas em dez coralitos por exemplar. Os caracteres mais plásticos de M. cavernosa foram: altura da columela externa e da teca, diâmetro dos coralitos, espessura dos septos do primeiro ciclo e espaçamento entre os coralitos. Para F. gravida: número de septos por cm, largura e comprimento dos meandros. Os caracteres de M. cavernosa de maior peso na primeira variável canônica: diâmetro dos coralitos e altura da columela externa. Para F. gravida: número de septos por cm e número de centros por 9 cm<sup>2</sup>. A variabilidade dos caracteres estudados decresceu do nível intrapopulacional para o nível interpopulacional e foi sempre significativa. A variação geográfica foi marcante, principalmente entre as populações do Brasil e do México. Análises canônicas mostraram que a profundidade 0-5 m está completamente separada das demais que se sobrepuseram levemente. As espécies estudadas foram caracterizadas por variações de acordo com fatores ambientais e pelo polimorfismo dentro e entre colônias de cada população.

## ABSTRACT

Morphological variability is a widespread but poorly understood characteristic of many colonial animals. Skeletal variations of Montastraea cavernosa from Brazil, Abrolhos (BA), Tamandaré (PE) and Mexico, Puerto Morelos (Q.ROO) and variations of Favia gravida from Brazil, Abrolhos, Tamandaré and Santa Cruz (ES) were analyzed. At the Abrolhos reefs, samples of M. cavernosa were collected from three depths: 0-5 m, 10-15 m and 15-20 m. At the other localities, the specimens were collected at a depth of 0-5 m. Samples of F. gravida were collected at this same depth. A total of fourteen measurements were made in ten corallites on each sample. The most variable characters of M. cavernosa were: the height of outer columella and of theca, the diameter of corallite, and the thickness of first cycle septa. In F. gravida: length and width of meander and the number of septa per cm. The characters of M. cavernosa, which were weighed most heavily on the first canonical variate, consist of: diameter of corallite and the height of outer columella. In F. gravida: number of septa per cm and of center per 9 cm<sup>2</sup>. Variability of the studied characters decreased from the intrapopulation to the interpopulation level, and was always significant. The geographic variation was remarkable, mainly between the populations from Brazil and Mexico. Canonical analyses showed that the depth of 0-5 m was completely separated from the others which overlapped slightly. The studied species were characterized by variation according to the environmental conditions and polymorphism within and between colonies of each population.

## SUMÁRIO

ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES.....	xiii
Cap. 1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Histórico.....	1
1.2. Objetivos.....	7
Cap. 2- ESPÉCIES ESTUDADAS.....	8
2.1. Introdução.....	8
2.2. Subfamília Montastreinae.....	10
2.3. Subfamília Faviinae.....	13
Cap. 3- LOCAIS DE ESTUDO.....	17
3.1. Recifes brasileiros.....	17
3.2. Abrolhos (BA).....	18
3.3. Tamandaré (PE).....	21
3.4. Santa Cruz (ES).....	23
3.5. Puerto Morelos (Q.ROO).....	25
Cap. 4- MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1. Campo.....	29
4.2. Laboratório.....	30
4.3. Análise estatística.....	39
Cap. 5- RESULTADOS.....	42
5.1. <i>M. cavernosa</i> .....	42
5.2. <i>F. gravida</i> .....	76
Cap. 6- DISCUSSÃO.....	86
6.1. Aspectos gerais.....	86
6.2. <i>M. cavernosa</i> .....	88
6.3. <i>F. gravida</i> .....	95

Cap. 7- CONCLUSÕES.....	98
7.1. Aspectos gerais.....	98
7.2. <i>M. cavernosa</i> .....	99
7.3. <i>F. gravida</i> .....	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
FOTOGRAFIAS.....	113

## ÍNDICE DAS ILUSTRAÇÕES

## Figuras:

Figura 1- Mapa do litoral brasileiro.....	19
Figura 2- Mapa do Golfo do México.....	26
Figura 3- Desenho esquemático de <u>Montastraea cavernosa</u> e alguns caracteres estudados.....	37
Figura 4- Desenho esquemático de <u>Favia gravida</u> e alguns caracteres estudados.....	38
Figuras 5 a 8- Plots dos caracteres estudados de <u>Montastraea cavernosa</u> em relação às localidades (Abrolhos e Tamandaré) e às profundidades.....	52
Figura 9- Histograma da frequência dos exemplares de <u>Montastraea cavernosa</u> de Abrolhos e Tamandaré (0-5 m) em função dos escores da variável canônica 1.....	62
Figura 10- Resultados da análise canônica de <u>Montastraea cavernosa</u> por localidade (Brasil/México).....	69
Figura 11- Resultados da análise canônica de <u>Montastraea cavernosa</u> por profundidade.....	73
Figura 12- Resultados da análise canônica por exemplar de <u>Montastraea cavernosa</u> de Abrolhos (10-15 m e 15-20 m) e de Puerto Morelos (pouca luz).....	75
Figura 13- Resultados da análise canônica da variação geográfica de <u>Favia gravida</u> .....	85
Figura 14- <u>Favia leptophylla</u> -Abrolhos.....	113
Figura 15- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 0-5 m.....	113
Figura 16- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 0-5 m.....	114

Figura 17- <u>Montastraea cavernosa</u> -Tamandaré 0-5 m....	114
Figura 18- <u>Montastraea cavernosa</u> -Puerto Morelos 0-5 m .....	115
Figura 19- <u>Montastraea cavernosa</u> -Puerto Morelos 0-5 m .....	115
Figura 20- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 15-20 m....	116
Figura 21- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 15-20 m....	116
Figura 22- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 15-20 m....	117
Figura 23- <u>Montastraea cavernosa</u> -Abrolhos 15-20 m....	117
Figura 24- <u>Favia gravida</u> -Abrolhos 0-5 m.....	118
Figura 25- <u>Favia gravida</u> -Abrolhos 0-5 m.....	118
Figura 26- <u>Favia gravida</u> -Tamandaré 0-5 m.....	119
Figura 27- <u>Favia gravida</u> -Santa Cruz 0-2 m.....	119
Figura 28- <u>Favia gravida</u> -Santa Cruz 0-2 m.....	120

Tabelas:

Tabela 1- Descrição dos caracteres estudados em <u>Montastraea cavernosa</u> .....	33
Tabela 2- Descrição dos caracteres estudados em <u>Favia gravida</u> .....	35
Tabela 3- Relação entre o "n" amostrado e o "n" obtido através da Fórmula de Southwood nas oito primeiras colônias estudadas de <u>Montastraea cavernosa</u> de Puerto Morelos .....	43
Tabela 4- Resultados da ANOVA para variação intracolonial de <u>Montastraea cavernosa</u> de Puerto Morelos.....	44

Tabela 5- Resultados da ANOVA por carácter estudado entre as colônias de <u>Montastraea cavernosa</u> de Abrolhos.....	45
Tabela 6- Resultados das médias dos caracteres estudados de <u>Montastraea cavernosa</u> .....	47
Tabela 7- Resultados da MANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> dentro das populações.....	50
Tabela 8- Resultados da ANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> entre localidades (Abrolhos e Tamandaré).....	60
Tabela 9- Resultados da MANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> entre localidades (Abrolhos e Tamandaré).....	61
Tabela 10- Resultados da ANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> entre localidades (Brasil/México).....	64
Tabela 11- Resultados da MANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> entre localidades (Brasil/México).....	65
Tabela 12- Resultados da análise canônica discriminante de <u>Montastraea cavernosa</u> nos cinco eixos canônicos.....	66
Tabela 13- Resultados da estrutura canônica por carácter estudado de <u>Montastraea cavernosa</u> do Brasil e do México .....	67
Tabela 14- Médias das variáveis canônicas por grupo de <u>Montastraea cavernosa</u> nos dois primeiros eixos canônicos .....	68
Tabela 15- Resultados da ANOVA por carácter estudado de <u>Montastraea cavernosa</u> entre profundidades.....	71
Tabela 16- Resultados da MANOVA de <u>Montastraea cavernosa</u> de Abrolhos entre profundidades.....	72
Tabela 17- Resultados das médias obtidas por carácter dentro de cada população estudada de <u>Favia gravida</u> .....	77

Tabela 18- Resultados da ANOVA entre as populações de <u>Favia gravida</u> de Abrolhos e Tamandaré.....	79
Tabela 19- Resultados da ANOVA por caráter estudado de <u>Favia gravida</u> de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz .....	81
Tabela 20- Resultados da MANOVA entre as populações de <u>Favia gravida</u> de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz .....	82
Tabela 21- Resultados da análise canônica discriminante de <u>Favia gravida</u> de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz nos dois eixos canônicos.....	84
Tabela 22- Resultados da estrutura canônica total de <u>Favia gravida</u> de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz por caráter estudado.....	84

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1. Histórico

A sistemática de Scleractinia está tradicionalmente baseada em características do esqueleto, tais como: forma de crescimento e caracteres dos coralitos e costelas (VAUGHAN & WELLS, 1943; WELLS, 1956; GATTUSO et al., 1991). As espécies e subespécies são geralmente definidas por caracteres como a dimensão dos coralitos, número, arranjo e detalhes estruturais dos septos e costelas (WELLS, 1956). Entretanto, as variações ambientais entre as populações já eram reconhecidas desde o Século XIX e princípios do Século XX (BROOK, 1893; QUELCH, 1886; VAUGHAN, 1919). BROOK (1893) afirmou que "the form of the radial corallites is subject to considerable variation, in many cases even in different parts of the same colony". VAUGHAN (1919) encontrou resultados semelhantes em relação à variação morfológica, afirmando que Orbicella cavernosa é tão variável que existe uma grande dificuldade em fazer uma descrição inteligível.

BEST et al. (1983) registrou que, "coral taxonomists are confronted with the problem of considerable variation within coral species. Many systematically important characteristics, such as calice diameter and septal structure, vary widely within species. The cause of this variation is not clear, but a matter of intensive research. Basic patterns of skeletal

morphology in corals are not yet functionally understood. The limit of variation within a coral species is therefore difficult to define... However, species are still largely based on morphological and not genetic characters."

Trabalhos sobre variação morfológica têm sido realizados com os mais diversos grupos de plantas e animais sésseis, e a morfometria está sendo bastante utilizada na separação de espécies e/ou grupos. Entre eles, podem ser citados trabalhos sobre o significado evolutivo da plasticidade fenotípica das plantas (BRADSHAW, 1965), variação intracolonial e o conceito de gênero em Bryozoa (BOARDMAN et al., 1970), causas ambientais e genéticas da variabilidade morfológica em briozoários de águas profundas (SCHOPF, 1976), estratégias morfológicas dos animais sésseis (JACKSON, 1979), observações ecológicas e formas de crescimento de espécies de Millepora (DE WEERDT, 1981), variação intra- e interespecífica na morfologia de gorgonáceos através da quantificação dos padrões de ramificações em animais arborescentes (BRAZEAU & LASKER, 1988), e outros.

Estudos recentes sobre variações morfológicas em Scleractinia têm sido feitos em relação a fatores ecológicos e a consequências das ecomorfoses para a taxonomia (WIJSMAN-BEST, 1974); a crescimento e densidade do esqueleto (DUSTAN, 1975; HUGHES, 1987); a composição isotópica do esqueleto (LAND et al., 1975); a autotrofia, heterotrofia e divisão das reservas alimentares (PORTER, 1976); a dificuldades taxonômicas a nível

específico (BRAKEL, 1977a, 1977b); a transplante de colônias em diferentes condições ecológicas e plasticidade fenotípica (FOSTER, 1978, 1979, 1980; WILLIS, 1985); a expansão dos pólipos, densidade de zooxantelas, coloração e caracteres esqueléticos e seus efeitos na energética colonial (LASKER, 1979, 1981); a diferenças geográficas e significância estatística (LAMBERTS, 1984; VERON, 1981); a formas de crescimento usando simulação em computador (GRAUS & MACINTYRE, 1982); a variação intracolonial e ecomorfoses em espécies fósseis (BEST et al., 1983; FOSTER, 1983b, 1985); a distribuição das formas de acordo com profundidade (BARNES, 1973; FRICKE & MEISCHNER, 1985; FRICKE & SCHUHMACHER, 1983); a fotoadaptação, fixação de carbono e biomassa por profundidade (BATTEY & PORTER, 1988); a idade, tamanho e área de superfície (BUDD et al., 1988); a complexidade dos meandros e tamanho colonial (JOHNSON, 1988); a padrões evolutivos (BUDD, 1988); a morfometria dos coralitos (BRAKEL, 1977a; BUDD, 1988; CANTERA et al., 1989; FOSTER, 1977, 1983a, 1985; WALLACE et al., 1990); a variabilidade intra- e interespecífica e suas relações com a reprodução sexual (BUDD, 1990); a comparações com identificações eletroforéticas (AYRE et al., 1991), a diferenças morfológicas e fisiológicas entre profundidades (GATTUSO et al., 1991), e outros.

Segundo muitos pesquisadores, entre os quais FOSTER (1979, 1980, 1985) e JACKSON (1979), as variações morfológicas dos Scleractinia podem ocorrer em resposta à quantidade de luz e sedimentação, ao modo de ação das ondas, à posição em relação ao substrato, à pressão de predação, às habilidades de competição, à disponibilidade de oxigênio, ou ainda por diferenciação genética. Segundo a referida autora, estas variações podem ser intracoloniais, intercoloniais, e interpopulacionais. JACKSON (1979) observou que as diferentes formas de crescimento dos animais coloniais, existentes dentro de uma mesma espécie, podem ser resultantes do polimorfismo genético ou da variação dos fatores ambientais. Um número considerável de variações morfológicas ("ecomorfos") tem sido identificado em relação a uma mesma colônia, dentro ou entre biótipos, e dentro de regiões, assim como variações geográficas e geológicas.

WIJSMAN-BEST (1974) realizou um trabalho com corais Faviidae avaliando as conseqüências para a taxonomia das modificações induzidas pelo habitat. Posteriormente, LANG (1984) analisou a importância dos caracteres esqueléticos e não esqueléticos na sistemática dos corais e apontou alguns problemas a serem discutidos. Entre eles, destacou a variabilidade considerável de muitos caracteres do esqueleto e a superposição dos mesmos entre espécies diferentes, e as diferenças no desenvolvimento de várias estruturas esqueléticas.

Um dos problemas diretamente ligados à variação morfológica é o estabelecimento dos limites de cada espécie, pois a variação intra-específica acarreta incertezas taxonômicas. Para o estabelecimento seguro dos limites de variação de cada caráter, faz-se necessário o estudo de diversos exemplares, de várias localidades e condições ecológicas diferentes.

Em relação à espécie F. gravida, sabe-se que existe pouca evidência disponível que ilustre o efeito dos fatores ambientais na evolução da morfologia dos corais meandróides, como registrado por JOHNSON (1988).

LABOREL (1970) realizou um trabalho pioneiro com os corais da costa brasileira e observou algumas variações na forma dos Scleractinia, porém as mesmas não foram testadas quantitativamente. O autor concluiu que, para a espécie Montastraea cavernosa: "Nous avons observé de grandes variations morfologiques selon la profondeur et l'exposition", e para a espécie Favia gravida, "Les formes réalisées ne sont pas réparties au hasard: à des conditions de milieu données correspondent des populations homogènes dont les individus présentent des caractéristiques données". Ainda no Brasil, uma descrição qualitativa mais detalhada das ecomorfoses em algumas espécies de Scleractinia de Pernambuco (Tamandaré) foi realizada por MAYAL & AMARAL (1990) e, posteriormente, AMARAL (1990) começou o estudo quantitativo da variabilidade dos corais Faviidae de Pernambuco e da Bahia. Não existe nenhum

trabalho publicado sobre a plasticidade morfológica de Scleractinia do Caribe mexicano, apenas uma comunicação científica feita por CARRICART-GANIVET & TORRES (1990), que iniciaram estudos nos recifes de Vera Cruz.

Apesar dos vários trabalhos sobre o assunto, muito poucos comprovam as variações observadas em termos de significância estatística. Segundo BRAKEL (1977a), os métodos usados como padrões para a observação e descrição dos corais têm sido inadequados, sendo necessários mais estudos quantitativos, com uma atenção especial para os efeitos dos fatores ecológicos na variação esquelética.

Cabe ressaltar as importantes contribuições dadas ao conhecimento da variação morfológica de Scleractinia pela Dra. ANN FOSTER BUDD (BUDD, 1988, 1990; BUDD et al., 1988; FOSTER, 1977, 1978, 1979, 1980, 1983a, 1983b, 1985). Na grande maioria de seus trabalhos, a autora enfatizou a alta variabilidade de muitos caracteres usados na diferenciação de espécies e gêneros do sistema de classificação de VAUGHAN (1919), VAUGHAN & WELLS (1943), e WELLS (1956) e sugeriu estudos morfométricos para ampliar as descrições intra-específicas.

## 1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é quantificar e analisar estatisticamente as variações morfológicas intercoloniais e interpopulacionais dos corais Montastraea cavernosa do Brasil e México e Favia gravida do Brasil e determinar as principais diferenças geográficas e batimétricas; contribuindo deste modo, para precisar os limites da variabilidade intra-específica dos Faviidae estudados.

## CAPÍTULO 2- ESPÉCIES ESTUDADAS

### 2.1. Introdução

Montastraea cavernosa e Favia gravida foram selecionadas para este trabalho por ocorrerem em muitos habitats recifais, serem morfológicamente plásticas e relativamente fáceis de coletar; além disto, M. cavernosa é um importante componente dos recifes do Nordeste do Brasil e do Caribe mexicano. A outra espécie brasileira de Faviidae recifal Favia leptophylla Verrill, 1868 (Figura 14), não foi estudada por ter sido observada, unicamente, no litoral da Bahia. Recentemente, foi coletado, apenas um exemplar, na ilha de Martin Vaz (ES), ampliando sua distribuição geográfica (AMARAL, submetido b). Estas espécies pertencem à Subordem Faviina, Superfamília Faviicae, Família Faviidae.

#### Família Faviidae Gregory, 1900

Formação colonial por brotamento extra- ou intratentacular (Figura 15). Epiteca raramente desenvolvida. Paredes freqüentemente sólidas, mas ocasionalmente com poros irregulares. Parede septotecal ou paratecal. Algumas formas com exoteca e periteca. Septos laminares, compostos de um ou dois sistemas de trabéculas simples, ou raramente compostos, denteados nas margens superiores, geralmente unidos uns aos

outros pelas margens internas. Columela geralmente parietal, raramente ausente, lamelar ou estiliforme (VAUGHAN & WELLS, 1943).

**Pólipos:** pólipos com várias tonalidades de amarelo, marrom, ou verde, algumas vezes com coloração violeta. **Mesentérios:** mesentérios diretivos presentes na Subfamília Montastreinae e, ocasionalmente, em alguns representantes de Faviinae. 6 a 12 pares de mesentérios perfeitos, estes sendo duas ou três vezes maiores que os imperfeitos, todos com filamentos. **Tentáculos:** retráteis, com baterias de nematocistos terminais ou subterminais. **Estomodeu:** pregueado (VAUGHAN & WELLS, 1943).

Quase todos os representantes são coloniais e hermatípicos, constituindo uma grande proporção da fauna recente dos recifes mundiais (GREGORY, 1900).

Dentro desta família, as subfamílias Faviinae e Montastreinae são consideradas artificiais e não são reconhecidas por muitos autores (WIJSMAN-BEST, 1972), devido à grande plasticidade fenotípica das mesmas.

A Família Faviidae está representada no Brasil por quatro espécies: Cladocora debilis Edwards & Haime, 1849 (ahermatípico), M. cavernosa, F. grávida e F. leptophylla.

## 2.2. Subfamília Montastreinae Vaughan & Wells, 1943

Faviidae formando colônias por brotamento extratentacular (exceto em Dendrocora e Agathelia) e com mesentérios diretivos presentes em todos os pólipos (VAUGHAN & WELLS, 1943).

### Montastraea Blainville, 1830

Madrepora Linnaeus, 1767: 1276 (parte).

Montastraea Blainville, 1830: 339; Vaughan & Wells, 1943: 173.

Orbicella: Quelch, 1886: 106; Verrill, 1902: 93; Vaughan, 1919: 362.

Colônias espessas, compostas de coralitos tubulosos e demasiadamente cerrados para se tornarem poligonais, de bordos não salientes, de cavidade muito profunda, guarnecida de septos numerosos, convergindo ao longo de um eixo sólido mais ou menos saliente. (BLAINVILLE, 1830)

Colônias maciças, incrustantes, subfoliáceas ou plocóides. Teca: exoteca vesicular, paredes dos coralitos sólidas, periteca granulosa. Columela: parietal, esponjosa. Septos: margem dos septos regularmente denteada (VAUGHAN & WELLS, 1943).

Montastraea cavernosa (Linnaeus, 1767)

Madrepora cavernosa Linnaeus, 1767: 1276.

Astrea cavernosa: Lamarck, 1836: 421.

Orbicella cavernosa: Quelch, 1886: 106; Verrill, 1902: 101, 102.

Orbicella braziliana Verrill, 1902: 101, 102.

Montastrea braziliana Smith, 1948: 90.

Montastrea cavernosa Vaughan & Wells, 1943: 321; Smith, 1948: 90; Laborel, 1970: 198-200; Cairns, 1982: 287.

Colônias maciças, plocóides, atingindo até mais de 2 m de diâmetro. Sua forma pode ser hemisférica, achatada, ou incrustante; frequentemente com protuberâncias arredondadas, pequenas e irregulares. Coralitos com 5-11 mm de diâmetro, com 48 septos por coralito, 24 dos quais alcançam a columela que é bem desenvolvida e trabecular. Coloração marrom, verde ou vermelho. Habitat: comuns nas zonas dos canais e saliências (16-20 m) e na frente recifal (16-26 m). Variação batimétrica: 0,5-95 m (CAIRNS, 1982).

Montastraea cavernosa é classicamente definida por ter quatro ciclos de septos e coralitos largos (5-11 mm) (VAUGHAN, 1919; FOSTER, 1985).

Segundo LASKER (1979), esta espécie pode ser dividida em dois morfótipos com base no ciclo de atividades e morfologia dos pólipos. Pólipos com morfótipos diurnos encontram-se expandidos de dia e de noite, enquanto que aqueles com morfótipos noturnos expandem-se apenas à noite. Neste mesmo trabalho, o autor registrou que a presença de ciclos de atividades diferentes dentro de uma mesma espécie proporciona uma oportunidade única para admitir a importância relativa dos diferentes fatores que controlam os ciclos de atividades nos corais. LASKER (1981) também analisou a variação fenotípica desta espécie e seus efeitos na energia da colônia.

*M. cavernosa* tem sido reportada por muitos autores, entre os quais BUDD (1988), FOSTER (1985) e VAUGHAN (1919), por ser fenotipicamente plástica. A variação morfológica de acordo com a profundidade é bastante nítida, podendo-se constatar uma maior quantidade de colônias hemisféricas em locais rasos e colônias mais achatadas em locais profundos. Sua coloração varia de um marrom amarelado a um marrom esverdeado.

#### Habitat e distribuição:

Este coral é considerado comum para o Nordeste brasileiro, sendo um dos principais componentes dos recifes do litoral pernambucano. Ocorre em regiões calmas ou batidas, ocupando poucas vezes a região do recife voltada para mar aberto ("fore-reef") (LABOREL, 1970). Pode ser encontrado ainda em locais

com muitos sedimentos em suspensão e com aporte de água doce, como por exemplo na Praia dos Carneiros (Tamandaré), onde há influência do Rio Formoso. Apresenta crescimento horizontal e vertical em relação ao substrato.

Esta espécie é encontrada na região do Caribe. Brasil: Fernando de Noronha (PE) a Vitória (ES). Profundidade máxima registrada: 82 m, no Banco de Vitória (LABOREL, 1970).

### 2.3. Subfamília Faviinae Vaughan & Wells, 1943

Corais solitários ou formando colônias por vários planos de brotamento intratentacular, com raros casos de brotamento extratentacular. Mesentérios diretivos presentes apenas em pólipos com um único estomodeu, originários da plânula ou de brotamento (VAUGHAN & WELLS, 1943).

#### Favia Oken, 1815

Favia Oken, 1815: 67; Edwards & Haime, 1857: 426;  
Verrill, 1902: 88; Vaughan, 1919: 412; Vaughan &  
Wells, 1943: 166.

Estrutura colonial: colônias plocóides, coralitos próximos, unidos através dos seus topos pela periteca. Colônias maciças, foliáceas ou incrustantes. Brotamento intratentacular. Coralitos: condição permanente de coralitos monocêntricos. Teca: periteca granulosa, endoteca e exoteca vesicular. Epiteca basal presente. Columela: parietal, esponjosa. Pólipos: apresenta pólipos com um a três estomodeus (VAUGHAN & WELLS, 1943).

*Favia gravida* Verrill, 1868

*Favia gravida* Verrill, 1868: 354-355; 1902: 84, 91; Vaughan, 1902: 303; Matthal, 1919: 1-27; Smith, 1948: 82; Laborel, 1970: 191-195.

*Favia conferta* Verrill, 1868: 354-355; Matthal, 1919: 1-27; Smith, 1948: 82.

Não *Favia* cf. *gravida* Almy & Carrión-Torres, 1963: 150.

*Meandrea conferta* Verrill, 1902: 84, 91.

Coralitos: largos, desiguais em comprimento e altura. Septos: septos do primeiro e segundo ciclos aproximadamente iguais, com muitos dentes serrilhados. Columela: pouco desenvolvida (VERRILL, 1868).

*Favia gravida* é caracterizada por formar colônias sólidas, incrustantes ou hemisféricas, com uma epiteca forte, cálices arredondados, ovais e, frequentemente, deformados (meandróides), com septos em quatro ciclos completos (LABOREL, 1970).

MATTHAI (1919) diferenciou a espécie *Favia gravida* do coral *Favia conferta*, mas já admitia a hipótese de sinonímia. Segundo este autor, esta espécie apresenta tamanho máximo comparativamente pequeno; coralitos próximos, não apresentando mais que 4,50 mm de comprimento e 3,00 mm de profundidade. Septos: grossos e finos, muitos atingindo a columela. Columela: espongiforme. Pólipos: pequenos, a maioria com um, dois ou três estomodeus. Estomodeus: com pregas bem desenvolvidas. Mesentérios: 9 a 11 mesentérios perfeitos; filamentos mesentéricos nunca abundantes (MATTHAI, 1919).

Sua coloração varia de marrom amarelado a marrom esverdeado, encontrando-se colônias com uma ou ambas as tonalidades (LABOREL, 1970).

#### Habitat e distribuição:

Trata-se de uma espécie tolerante às variações de maré-baixa, ocorrendo inclusive em regiões próximas a desembocaduras de rios. Pode ocorrer desde a zona entre marés ou ainda em recifes em franja imersos. Encontra-se um grande número de colônias em águas rasas, juntamente com *Siderastrea stellata*

Verrill, 1868 (AMARAL, 1986). Cresce em substratos horizontais e verticais, com preferência pelos primeiros. O número de colônias diminui à medida que aumenta a profundidade.

A espécie *E. clavida* é considerada endêmica para o Brasil. Ocorrência: Fortaleza (CE) a Vitória (ES) (LABOREL, 1970).

## **CAPÍTULO 3 - LOCAIS DE ESTUDO**

### **3.1. Recifes brasileiros**

No Oceano Atlântico tropical, as formas de recifes mais frequentes e mais desenvolvidas são aquelas em franja, muito comuns próximos da costa, e os bancos ou plataformas isoladas, como os de Abrolhos, no litoral sul do Estado da Bahia. Os recifes brasileiros estão comumente emergidos durante a baixa-mar (LABOREL, 1970).

LEÃO (1983) afirmou que a fauna coralínea brasileira apresenta características endêmicas muito fortes, porém este endemismo está sendo questionado (E. M. MAYAL, comunicação pessoal). Segundo LEÃO (1983), prováveis explicações para este endemismo e para a baixa diversidade da fauna recifal brasileira seriam: a) isolamento dos recifes brasileiros em relação aos da área do Caribe. A direção inicial para oeste e depois para nordeste do braço norte da Corrente Equatorial tem atuado, provavelmente, desde o período Terciário, como barreira para a propagação de espécies na direção do Atlântico Sul; por isso, talvez, muitas espécies caribenhas não ocorrem em águas brasileiras. b) as condições ambientais das áreas recifais brasileiras, como a alta turbidez periódica das águas que banham a maioria dos recifes e o fato de não apresentarem todas as zonas morfológicas presentes nos modelos recifais de várias partes do mundo.

No Brasil, as maiores áreas de recifes de coral estão localizadas nas costas nordeste e leste, embora no litoral

sudeste ainda se encontrem alguns representantes da fauna coralínea. Os recifes da costa nordeste são geralmente em franja ou "recifes em mancha", paralelos à costa; podendo estar diretamente ligados à mesma ou separados por canais de embarcação (pequenas lagunas) (AMARAL, 1986). Segundo LEXO (1982), na costa leste, no litoral do Estado da Bahia, ocorrem os chapeirões isolados (Parcel dos Abrolhos), pináculos com forma de cogumelo, ou ainda plataformas construídas pela coalescência lateral de chapeirões adjacentes, como, por exemplo, os recifes da Lixa e o Parcel das Paredes (BA), todos na área de Abrolhos.

### 3.2. Abrolhos (BA)

#### a) Localização:

De acordo com LEXO (1982), a área de Abrolhos inclui um complexo de recifes de coral, ilhas vulcânicas e canais, os quais estão localizados na porção norte do Banco de Abrolhos, ocupando uma área de aproximadamente 6.000 Km<sup>2</sup> na parte norte do Banco de Abrolhos (entre as latitudes 17° 20' - 18° 10' S e longitudes 038° 35' - 039° 20' W). O Banco dos Abrolhos é um alargamento da porção sul da plataforma continental leste brasileira, a qual é irregular em extensão e muito estreita (média de 50 Km). Apenas em frente à cidade de Caravelas ela se estende até cerca de 200 Km (Figura 1). Segundo MUEHE (1990), o Arquipélago dos Abrolhos está localizado a cerca de 35 milhas náuticas (65 Km) da cidade de Caravelas e é constituído por cinco ilhas.

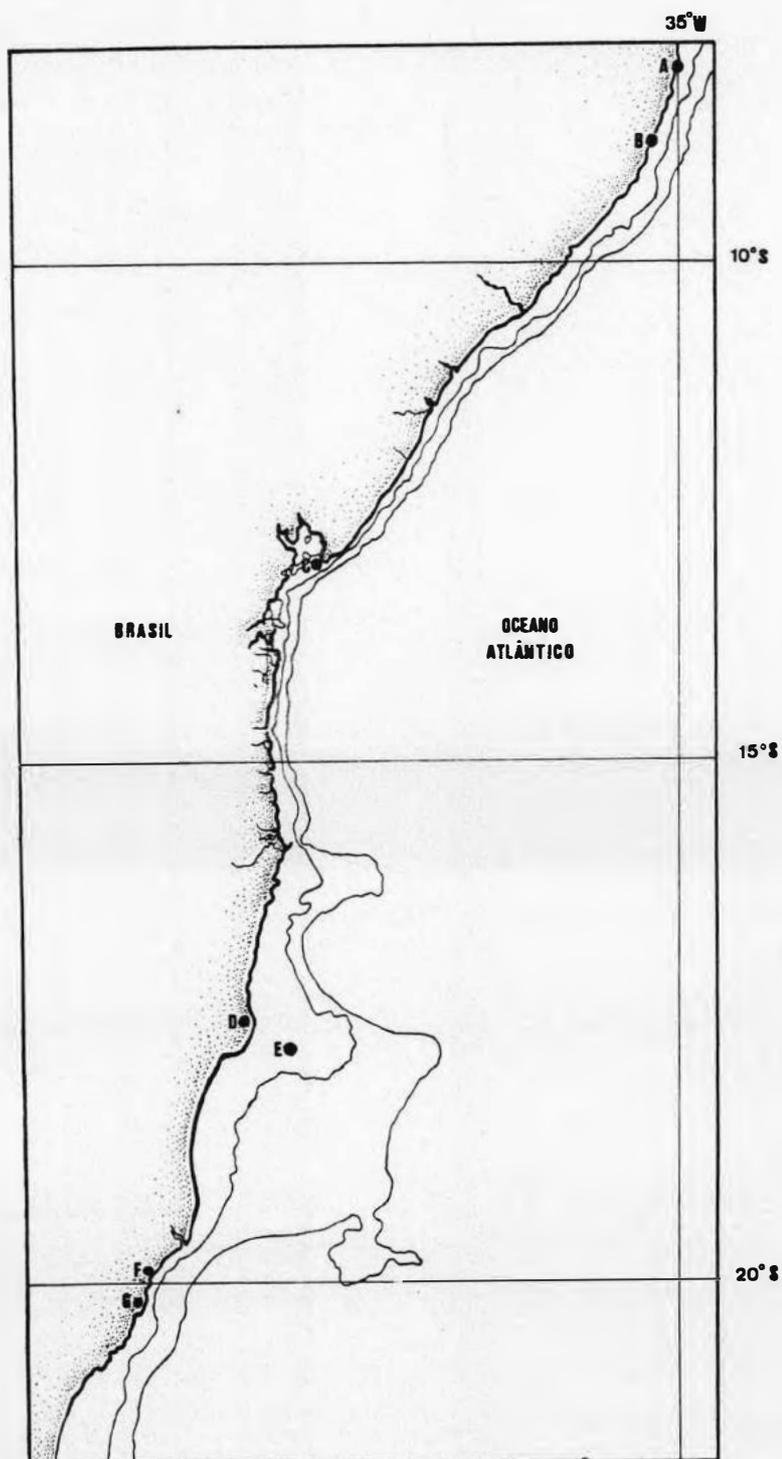


Figura 1- Mapa do litoral brasileiro. A= Recife; B= Tamandaré; C= Salvador; D= Caravelas; E= Abrolhos; F= Santa Cruz; G= Vitória. Reduzido da carta nº 20 da DHN (Costa leste da América do Sul).

b) Geologia:

"A ilha de Santa Bárbara é constituída por rochas sedimentares, principalmente arenitos com granulação variando de grosseira a fina e intercalações de rochas máficas, diabásio ou basalto. O restante da ilha é inteiramente constituído de rochas máficas" (MUEHE, 1990).

c) Hidrologia:

A direção predominante das ondas, refletindo a grosso modo a direção dos ventos, é de nordeste, nos meses de janeiro, fevereiro e de agosto a dezembro. (MUEHE, 1990).

Segundo LEÃO (1982), ao redor das ilhas de Abrolhos, a circulação sofre influência das marés e da intensidade e direção dos ventos. Apenas pequenas tempestades descarregam diretamente para dentro da área dos recifes, não tendo nenhuma influência marcante. Temperaturas superficiais da água do mar variam em média de 24,4°C no mês de agosto a 26,6°C no mês de março. A autora acrescenta que em torno das ilhas, as correntes de maré apresentam velocidade de 1,0 a 1,5 nós, aumentando até 3,0 nós nos canais entre os recifes.

Dados obtidos na Diretoria de Hidrografia e Navegação, para o período de 1988 a 1989 nesta área, apresentaram como temperatura média anual 27,1°C, com temperaturas máximas, no mês de janeiro, 30,0°C e mínimas, 23,0°C, no mês de julho; salinidade média anual de 37,0‰; pH, 8,1 e oxigênio dissolvido, 4,7.

d) Corais e hidrocorais observados:

Ilha de Santa Bárbara (Face sul):

Os corais dominantes na cobertura dos recifes embrionários em franja da ilha de Santa Bárbara são Mussismilia braziliensis (Verrill, 1868) e Siderastrea stellata (PITOMBO et al., 1988).

Outras espécies de Scleractinia, como F. leptophylla, Mussismilia hispida (Verrill, 1902), Agaricia agaricites (Linnaeus, 1758), Porites astreoides Lamarck, 1816 e Porites branneri Rathbun, 1887 foram encontrados em todo o contorno da ilha. Hidrocorais como Millepora alcicornis Verrill, 1868 e Millepora braziliensis Verrill, 1868 também puderam ser observados.

Parcel dos Abrolhos (Chapeirões a leste do Navio Rosalina):

Além dos escleractínios citados acima, observaram-se também Agaricia fragilis (Dana, 1948) e Scolymia wellsi Laborel, 1967, que são característicos de locais com uma profundidade maior que 5 m. Colônias de M. alcicornis foram encontradas a uma profundidade de 3 m.

### 3.3. Tamandaré (PE)

a) Localização:

A região de Tamandaré (Município de Rio Formoso) está situada a cerca de 110 Km ao sul da cidade de Recife, entre as

latitudes  $8^{\circ} 41' - 8^{\circ} 47' S$  e as longitudes  $035^{\circ} 05' - 036^{\circ} 06' W$ .

b) Geologia:

Segundo LIRA (1975), linhas de recifes orgânicos superpostos aos bancos de arenito de praia, afloram em franjas por ocasião das marés baixas.

A grande maioria dos recifes de coral ao longo da costa do Estado de Pernambuco é constituída de corpos alongados, descontínuos, e com o eixo maior paralelo à linha de praia (DOMINGUEZ et al., no prelo).

Segundo LABOREL (1969), na porção norte de Tamandaré, as formações irregulares são coralíneas ao longo da laje externa, e ao sul, os platôs emergentes de formas irregulares se edificaram sobre afloramentos graníticos.

Os recifes de Tamandaré estão frequentemente assentados em "beachrocks" (arenitos de praia) distanciados de apenas 1 Km da costa. São recifes alongados, paralelos à costa e, classicamente chamados de recifes em franja (AMARAL, 1986).

c) Hidrologia:

Alguns dos recifes ficam expostos durante a maré-baixa, criando condições de "stress" para alguns corais, tais como: A. agaricites, F. gravida e S. stellata. Na Baía de Tamandaré, a influência das descargas dos rios Mamucaba e Ilhetas é relativamente expressiva, no tocante ao aporte de material em suspensão e à dissolução dos sais marinhos (L. G. LIRA,

comunicação pessoal). Dois rios de grande porte (Formoso e Mamucaba) transportam sedimentos para os recifes. As correntes superficiais estão relacionadas com a força e direção do vento.

Nos dados obtidos pela DHN, para o período de 1987 a 1988 nesta área, observaram-se valores de temperatura média anual de 27,7°C; salinidade de 36,6‰; pH, 8,1 e oxigênio dissolvido, 5,7.

#### d) Corais e hidrocorais observados:

Os hidrocorais (Millepora alcicornis e M. braziliensis), formam verdadeiros "jardins"; outros corais como A. agaricites, P. astreoides, P. branneri, M. hispida e M. harttii são comuns nestes recifes. S. wellsi pode ser também encontrado em poças de maré com profundidades inferiores a 3 m. M. cavernosa apresenta o maior desenvolvimento encontrado, até o presente momento, para a costa do Brasil, com colônias que atingem mais de 1 m. E. gravida e S. stellata com colônias geralmente pequenas (cerca de 10,00 cm de diâmetro); algumas vezes, parcialmente esbranquiçadas.

### 3.4. Santa Cruz (ES)

#### a) Localização:

O Município de Aracruz faz parte integrante da zona fisiográfica de Vitória, tendo por limites o Oceano Atlântico e os Municípios de Fundão, Ibiraçu e Linhares. A sede municipal

está situada entre as coordenadas de e  $19^{\circ} 49' S$  e  $040^{\circ} 16' W$  e dista 56 Km da cidade de Vitória, em linha reta.

b) Geologia:

O litoral do Município de Aracruz (ES), é caracterizado por falésias com depósitos de arenito ferruginoso (concreção limonítica) na base, muitas vezes expostos em grandes extensões, manguezais e sedimentos arenosos de praias e restingas, além de madreporários, em grande parte, mortos e grandes populações de zoantídeos e algas calcárias (BELEM, 1976). Os arenitos ferruginosos são oriundos de processos oxidativos de sedimentos do Grupo Barreiras. Estes arenitos registraram níveis do mar mais elevados (transgressão marinha) e possuem mais de 3 Km de extensão (FERREIRA *et al.*, 1982).

Todas as colônias de *F. grávida* foram coletadas em poças de maré, na Praia do Piloto, Santa Cruz, onde as marés baixas deixam expostos cerca de 500 m de médio litoral.

c) Hidrologia:

Dados obtidos na DHN, para o período de 1987 a 1990, na região de mar aberto, em frente à Praia do Piloto, mostrou uma temperatura média anual de  $21,6^{\circ} C$ ; salinidade de 36,5‰; pH, 8,0 e oxigênio dissolvido, 4,6.

d) Corais observados:

Além de *F. gravida*, foram observadas colônias de *S. stellata* parcialmente esbranquiçadas. A visível pobreza de outros Scleractinia deve ser explicada, provavelmente, por serem poças de maré cujas profundidades não ultrapassam 2 m, pela quantidade de "silt" e pelo aporte de água doce dos rios Piraquê-Açu, rio Preto, além de outros que ocorrem ao norte, até a desembocadura do rio Doce.

### 3.5. Puerto Morelos (Quintana Roo)

#### a) Localização:

O Estado de Quintana Roo, na Península de Yucatán, tem aproximadamente 400 Km de litoral marinho, dos quais 300 Km correspondem ao Mar do Caribe e o restante ao Canal de Yucatán. Uma extensiva formação recifal é encontrada ao longo da costa leste da Península de Yucatán no Caribe mexicano. Esta formação se encontra situada entre os paralelos 20°40' e 21°02'N e meridianos 086°55'W na parte nordeste da Península de Yucatán (JORDÁN *et al.*, 1981) (Figura 2).

#### b) Geologia:

Ao longo da linha de costa, existe uma formação de recifes de coral mais ou menos contínua, podendo ser considerada intermediária entre recife em franja e em barreira (JORDÁN *et al.*, 1981). A formação do tipo barreira é uma continuação da barreira recifal de Belize (JORDÁN, 1979).

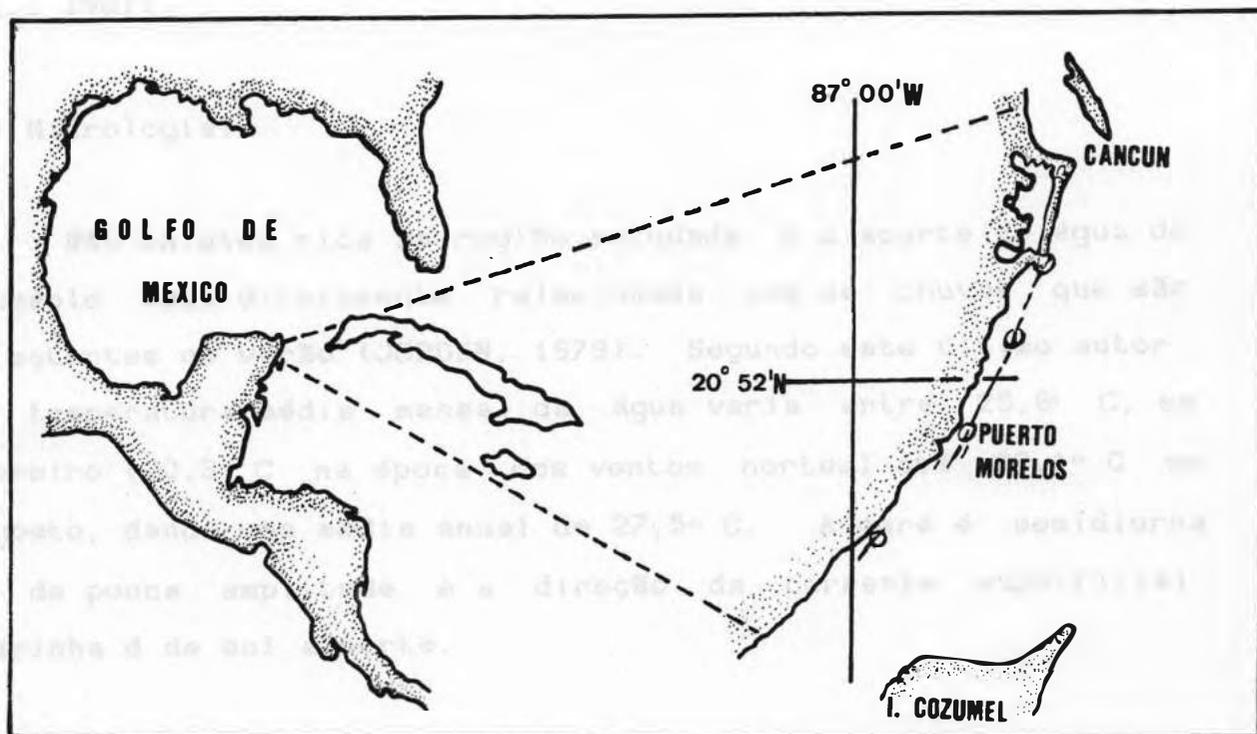


Figura 2- Mapa do Golfo do México. Modificado de JORDÁN (1980).

A região de Puerto Morelos tem os seguintes padrões de zonação: zona posterior, caracterizada principalmente pela abundância de corais escleractínios, apresentando uma subzona de *Acropora palmata* que chega a atingir 40 m de largura e 1 a 2 m de altura. Estes maciços estão interrompidos por canais que comunicam a zona posterior com a "zona de rompiente" (JORDÁN et al., 1981).

c) Hidrologia:

Não existem rios na região estudada e o aporte de água do subsolo está diretamente relacionado com as chuvas que são frequentes no verão (JORDÁN, 1979). Segundo este último autor, a temperatura média mensal da água varia entre 25,6° C, em janeiro (20,3° C na época dos ventos nortes) até 29,1° C em agosto, dando uma média anual de 27,5° C. A maré é semidiurna e de pouca amplitude e a direção da corrente superficial marinha é de sul a norte.

d) Corais observados:

A maior diversidade da fauna coralínea do Caribe, em relação à costa brasileira, é frequentemente explicada pela ausência de rios e sedimentos, ou ainda pela presença de efeitos catastróficos como, por exemplo, os ciclones. Estes causam morte de algumas espécies dominantes, dando espaço para outras colonizarem (JORDÁN, 1979).

Praticamente todas as espécies de corais do Caribe mexicano foram observadas na zona posterior dos recifes de Puerto Morelos: Acropora palmata (Lamarck, 1816); Agaricia agaricites; Colpophyllia natans (Houttuyn, 1772); Dendrogyra cylindrus Ehrenberg, 1834; Diploria spp; Eusmilia fastigiata (Pallas, 1766); Favia fragum (Esper, 1797); Isophyllastrea rigida (Dana), Manicina areolata Linnaeus, 1758; Montastraea cavernosa; Montastraea annularis (Ellis & Solander, 1786); Mycetophyllia lamarkiana Edwards & Haime, 1848; Porites astreoides; Porites porites (Pallas, 1766) e Siderastrea siderea (Ellis & Solander, 1786). É importante ressaltar a existência dos corais arborescentes da Família Acroporidae, ausentes no Brasil.

## CAPÍTULO 4- MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Campo

As observações e coletas foram realizadas através de mergulhos em apnéia e/ou autônomos. Para a coleta dos exemplares foram utilizados martelo, ponteira, sacos plásticos e elásticos. A profundidade foi obtida com o auxílio de profundímetro, variando de 0 a 20 m. No momento da coleta, eram anotadas as condições gerais da água, a saber: presença de sedimentos em suspensão, correntes, bem como posição do coral em relação ao substrato (horizontal, vertical ou inclinado), coloração do animal, branqueamento parcial, profundidade. Todo o material estudado foi coletado no período de 1989 a 1990.

Coletaram-se seis a dez exemplares de Montastraea cavernosa em Abrolhos em cada uma das três profundidades: 0-5, 10-15, 15-20 m. M. cavernosa foi coletada na profundidade 0-5 m nos recifes de Tamandaré (dez exemplares) e em Puerto Morelos (nove). Todos os espécimens de Tamandaré foram obtidos na região do recife voltada para o continente ("back-reef"). As colônias do Caribe mexicano foram coletadas nos recifes em frente à Estación Puerto Morelos. Estas colônias foram coletadas em ambientes de muita luz e em cavernas, na profundidade de 0-5 m. Deve-se entender por ambientes com muita luz aqueles onde a luz penetrava livremente, e ambientes

com pouca luz, aqueles onde a luz não atingia diretamente o coral (cavernas).

Dez colônias de *Favia gravida* foram coletadas, sempre na profundidade de 0-5 m, nas localidades de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz.

Posteriormente, realizou-se o acondicionamento em sacos plásticos devidamente etiquetados. Foram coletadas colônias com até 20,00 cm de diâmetro ou partes de colônias, quando estas excediam esta dimensão. Foi dificultado o estudo da variação intracolonial dos exemplares brasileiros, visto que as colônias chegaram a atingir diâmetro de mais de 1 m.

#### 4.2. Laboratório

No Setor de Celenterologia do Museu Nacional ou no Laboratório de Invertebrados aquáticos do Departamento de Zoologia da UFPE, os exemplares foram lavados com água doce e ficaram imersos em Hipoclorito de Sódio até obter-se a dissolução total da matéria orgânica. Os exemplares foram então secados em estufa ou ao ar livre e envolvidos em gaze, para maior proteção. Foram desprezadas da amostra colônias com muitos animais incrustantes ou com coralitos danificados.

O material de Puerto Morelos foi trabalhado no Laboratório de Corales da Estación Puerto Morelos do Instituto de Ciencias del Mar y Limnología da U.N.A.M..

Todos os espécimens estudados (total de 85 exemplares) foram depositados na Coleção de Cnidários do Museu Nacional (Col. CNID. MN), com os seguintes números:

M. cavernosa - Col. CNID. MN 01187, 01188, 01340, 1341, 01410-01419, 01426-01435, 01441, 01442, 01510-01520, 01542-01550, 01553;

F. gravida - Col. CNID. MN 01399-01409, 01436-01440, 01504-01509, 01521, 01749-01756, 01760-01766.

No presente estudo, o termo "população" refere-se a todas as colônias coletadas em uma mesma localidade, como anteriormente utilizado por FOSTER (1980). O conceito de "ecomorfos" foi relacionado às variações intra-específicas do esqueleto, determinadas fenotipicamente ou genotipicamente em resposta a condições ecológicas específicas, como definido por VERON (1981). Os termos morfológicos de Scleractinia foram adaptados de FOSTER (1978).

Uma parte dos exemplares (50% de ambas as espécies) coletados em Abrolhos e Tamandaré foram medidos no Department of Geology da University of Iowa. Cada coralito (dez por colônia) foi medido com paquímetro ou através da projeção de diapositivos no "Summagraphics digitizing tablet" (digitalizador), fazendo-se um total de 15 medições ou contagens (M. cavernosa) e 14 (F. gravida), que incluíram os caracteres utilizados na taxonomia da Família Faviidae (Tabelas 1, 2 e Figuras 3 e 4).

Com relação ao restante das amostras do Brasil e México, as medições foram feitas com paquímetro. Os caracteres medidos e/ou contados foram: altura da columela externa e da teca, diâmetro do coralitos 1 e 2, espaçamento entre os coralitos, número de centros por  $9 \text{ cm}^2$ , e número total de septos (*M. cavernosa*) (Tabela 1 e Figura 3). Para *E. gravida*: comprimento e largura dos meandros, número de centros por  $9 \text{ cm}^2$ , número de coralitos por meandro e número total de septos por  $\text{cm}^2$  (Tabela 2 e Figura 4). As análises foram feitas usando dados de dez coralitos por exemplar, sendo estes escolhidos ao acaso. Foi utilizado o valor de  $9 \text{ cm}^2$ , como anteriormente feito por WIJSMAN-BEST (1974), no seu trabalho sobre os ecomorfos da Família Faviidae. Foram considerados como septos do primeiro ciclo aqueles que atingiam a columela e como septos do quarto ciclo, os que apresentavam o menor comprimento em relação aos demais ciclos de septos.

Vários caracteres foram unicamente estudados com o digitalizador, como, por exemplo, o comprimento e a espessura das costelas e dos septos do 1º e do 4º ciclos e a largura da columela, estes apresentavam medições muito reduzidas para o uso do paquímetro. As diferenças entre as medidas obtidas com o uso dos dois instrumentos não foram significativas, ou seja, sempre que um caráter variou significativamente com o uso do paquímetro; este mesmo caráter variou de modo igualmente significativo, utilizando-se o digitalizador.

Tabela 1- Descrição dos caracteres estudados em *Montastraea cavernosa*.

Caracteres	Descrição
Altura da columela externa (ACE)*	Distância da columela externa em relação ao topo dos septos
Altura da teca (AT)*	Altura da teca a partir das margens externas dos coralitos
Diâmetro dos coralitos 1 (DC1)*	Medida linear do maior comprimento entre a teca e a margem do coralito
Diâmetro dos coralitos 2 (DC2)*	Medida linear do menor comprimento entre a teca e a margem do coralito
Espaçamento entre os coralitos (EC)*	Medida linear da distância entre duas columelas de coralitos vizinhos
Número de centros por 9 cm <sup>2</sup> (NC9)	Contagem do número de centros por 9 cm <sup>2</sup>
Número total de septos (NTS)	Contagem do número total de septos por coralito
Comp. das costelas do 1 <sup>o</sup> ciclo (CCP)	Medida linear do comprimento das costelas do primeiro ciclo de septos

Tabela 1- Continuação

Caracteres	Descrição
Comp. das costelas do 4º ciclo (CCQ)	Medida linear do comprimento das costelas do quarto ciclo de septos
Comp. dos septos do 1º ciclo (CSP)	Medida linear do comprimento dos septos do primeiro ciclo
Comp. dos septos do 4º ciclo (CSQ)	Medida linear do comprimento dos septos do quarto ciclo
Esp. das costelas do 1º ciclo (ECP)	Medida linear da espessura das costelas do primeiro ciclo de septos
Esp. das costelas do 4º ciclo (ECQ)	Medida linear da espessura das costelas do quarto ciclo de septos
Esp. dos septos do 1º ciclo (ESP)	Medida linear da espessura dos septos num ponto central de um septo
Largura da columela (LC)	Medida linear da maior largura da columela
Número de septos dos 1ºs ciclos (NSP)	Contagem do número de septos dos dois primeiros ciclos

\* Medições realizadas com paquímetro.

Tabela 2- Descrição dos caracteres estudados em *Favia gravida*.

Caracteres	Descrição
Comprimento dos meandros (CM)*	Medida linear do maior comprimento dos meandros
Largura dos meandros (LM)*	Medida linear da maior largura dos meandros
Número de centros por 9 cm <sup>2</sup> (NC9)	Contagem do número de centros por 9 cm <sup>2</sup>
Número de coralitos por meandro (NCM)	Contagem do número de coralitos por meandro
Número total de septos por cm (NSC)	Contagem do número total de septos em 1,00 cm
Comp. dos coralitos (CC)	Medida linear do maior comprimento dos coralitos
Comp. das costelas do 1º ciclo (CCP)	Medida linear do comprimento das costelas do primeiro ciclo de septos
Comp. dos septos do 1º ciclo (CSP)	Medida linear do comprimento dos septos do primeiro ciclo
Comp. dos septos do 4º ciclo (CSQ)	Medida linear do comprimento dos septos do quarto ciclo

Tabela 2- Continuação.

---

Caracteres	Descrição
Esp. das costelas do 1º ciclo (ECP)	Medida linear da espessura das costelas do primeiro ciclo de septos
Esp. dos septos do 1º ciclo (ESP)	Medida linear da espessura dos septos do primeiro ciclo
Largura da columela (LC)	Medida linear da maior largura da columela
Largura dos coralitos (LC')	Medida linear da maior largura dos coralitos
Nº de septos 1º ciclo por 3,00 mm (NS3)	Contagem do número de septos do primeiro ciclo em 3,00 mm

---

\* Medições realizadas com paquímetro.

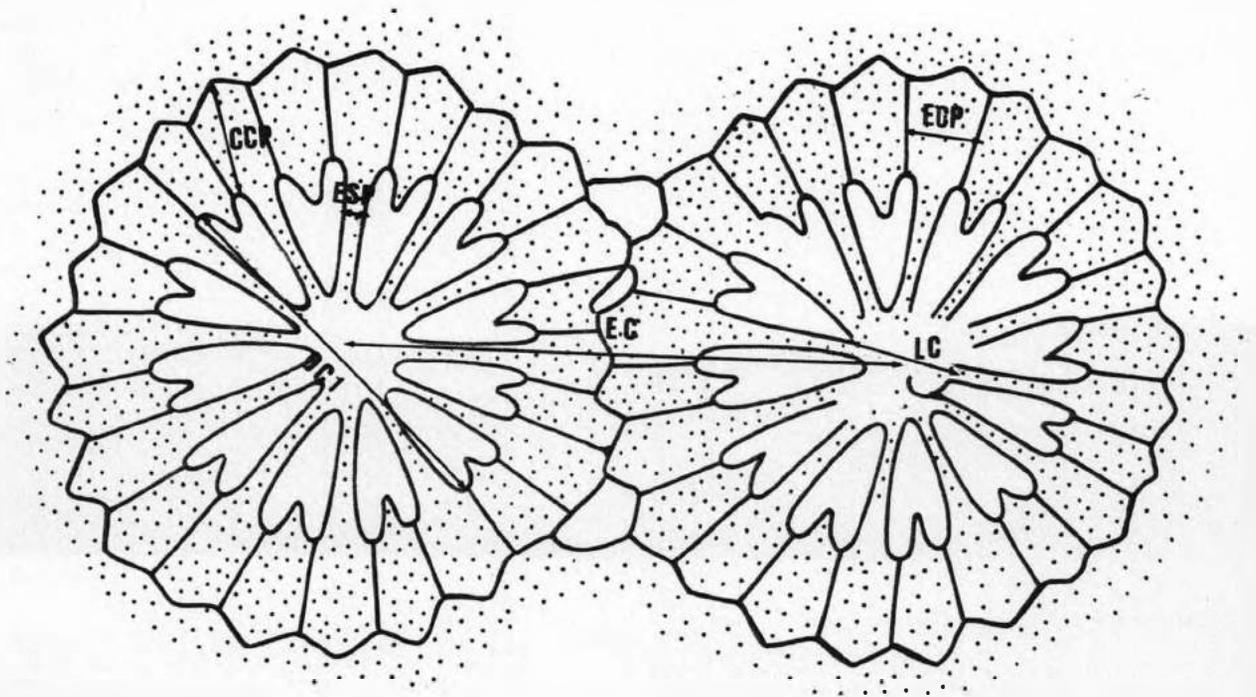


Figura 3- Desenho esquemático de Montastraea cavernosa e alguns caracteres estudados. DC1= diâmetro do coralito 1; EC= espaçamento entre os coralitos; CCP= comprimento das costelas do primeiro ciclo; ECP= espessura das costelas do primeiro ciclo; ESP= Espessura dos septos do primeiro ciclo; LC= largura da columela. Desenho modificado de FOSTER (1978).

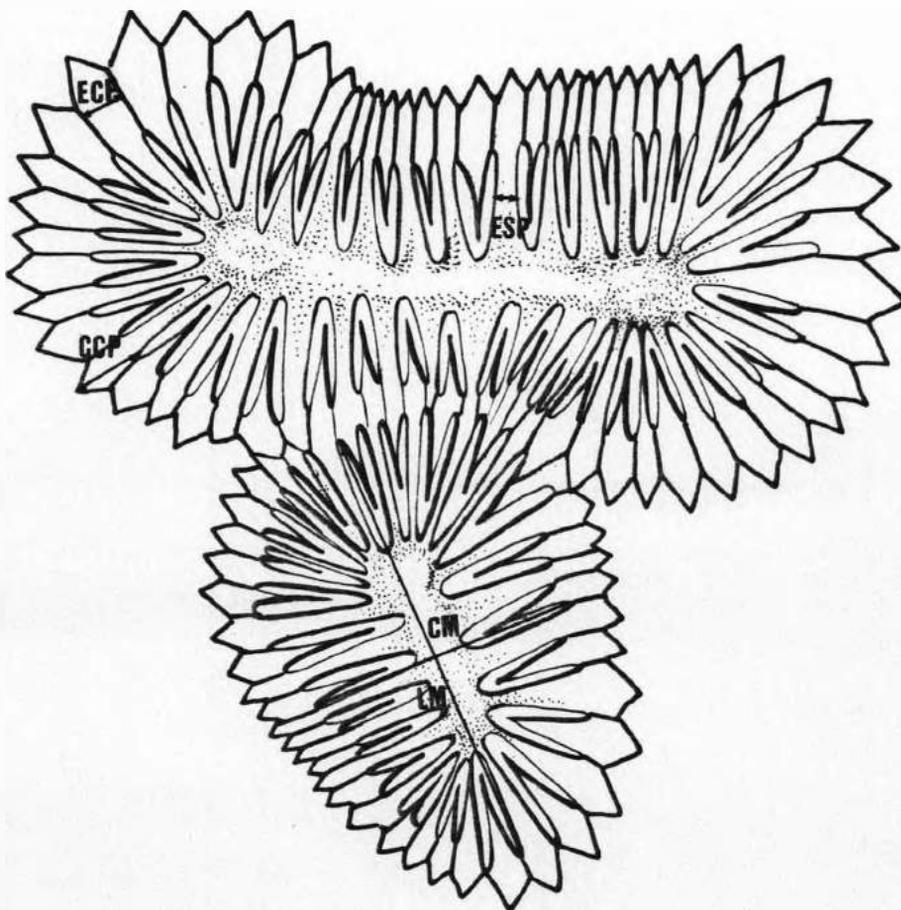


Figura 4- Desenho esquemático de Favia gravida e alguns caracteres estudados. CM= comprimento do meandro; LM= largura do meandro; CCP= comprimento das costelas do primeiro ciclo; ECP= espessura das costelas do primeiro ciclo; ESP= espessura dos septos do primeiro ciclo.

#### 4.3. Análise estatística

No estudo da variação intracolônia, delinearão-se transectos (linhas marcadas na superfície de uma mesma colônia) a fim de separar coralitos morfologicamente diferentes, em relação ao diâmetro e ao espaçamento entre eles. O caráter aqui estudado foi o espaçamento entre os coralitos (distâncias em relação aos seus vizinhos), sendo o mesmo medido com o auxílio do paquímetro em nove colônias coletadas em Puerto Morelos, na profundidade 0-5 m. Esta parte do trabalho foi realizada no Laboratório de Corais da Estación Puerto Morelos. Obteve-se o "n" necessário para que as amostras fossem significativas, através da fórmula de Southwood:  $N = (T_s/D\bar{X})^2$ , onde T (constante) = 2; s = desvio padrão; D (nível de significância) = 0.05 e  $\bar{X}$  = média (ZAR, 1984). Posteriormente, foram aplicados testes de análise de variância univariada (ANOVA) e o teste de Student, descritos em SOKAL & ROHLF (1983). O nível de significância utilizado foi de 5% .

As diferenças entre colônias dentro das mesmas populações, entre profundidades diferentes e entre localidades foram estatisticamente analisadas usando-se os procedimentos MEANS, NPAR1WAY, CANDISC e PLOT do SAS Versão 5 do "University of Iowa Computer Center". Estes programas incluem os seguintes resultados e/ou testes:

a) Procedimento "MEANS": fornece estatística descritiva de média, desvio padrão, erro padrão, valor mínimo, valor máximo,

variância e coeficiente de variação.

b) Procedimento "NPAR1WAY": análise de variância (ANOVA), escore de Wilcoxon (Teste de Kruskal-Wallis), escore de média, escore de Van der Waerden, escore de Savage.

c) Procedimento "CANDISC": análise canônica discriminante, correlação canônica, autovalor, F, graus de liberdade, análise multivariada (MANOVA), Lambda de Wilks, valor de probabilidade, coeficiente canônico padrão, coeficiente canônico bruto.

d) Procedimento "PLOT": gráfico da variável canônica 1 X variável canônica 2.

Os testes estatísticos acima citados foram realizados em todos os exemplares estudados, sendo que em alguns espécimens as medições foram obtidas com o auxílio do paquímetro e em outros com o digitalizador. Nas análises uni- e multivariadas quando a probabilidade (P) tinha valor menor que 0.05, as colônias, localidades, ou profundidades eram consideradas diferentes significativamente. Na análise multivariada (MANOVA), o Lambda de Wilks testou a hipótese das médias serem iguais nas populações ou grupos.

Segundo extensa bibliografia, entre as quais DUNN & EVERITT (1982) e MANLY (1988), a morfometria é bastante utilizada na separação de espécies e/ou grupos de animais. Como testes multivariados, aplicaram-se a análise multivariada (MANOVA) e a análise canônica discriminante. Embora as técnicas multivariadas sejam mais eficientes na classificação de animais coloniais com padrões complexos de variabilidade

morfológica, as análises univariadas facilitaram a compreensão da função de cada característica estudada no presente trabalho. É possível obter resultados não significativos em testes multivariados, mesmo quando alguns testes univariados apresentam resultados significativos (MANLY, 1988).

Sobre a metodologia utilizada, morfometria e posterior análise estatística, considerou-se que a análise das variáveis canônicas (AVC) pertence à família das técnicas de discriminação multidimensional, que inclui ainda a análise das funções discriminantes e a análise de variância multivariada (NEFF & MARCUS, 1980 apud GARAVELLO & REIS, 1988). Segundo estes autores, o objetivo da AVC é reduzir a dimensão de uma matrix de caracteres obtidos de indivíduos pertencentes a diferentes grupos definidos "a priori". Neste estudo, os grupos correspondiam às espécies *M. cavernosa* e *E. gravida*. Sabe-se ainda que os gráficos das variáveis canônicas são muito úteis para mostrar as relações dentre e entre populações e/ou taxa (DUNN & EVERITT, 1982).

## CAPÍTULO 5- RESULTADOS

### 5.1. Montastraea cavernosa

#### a) Análise qualitativa:

As colônias de M. CAVERNOSA de Abrolhos apresentaram formas geralmente hemisféricas na profundidade de 0-5 m, e formas achatadas nas profundidades de 10-20 m. Os espécimens de Tamandaré mostraram-se hemisféricos ou achatados e de tamanhos consideráveis, alguns atingindo mais de 1 m de diâmetro. As colônias de Puerto Morelos apresentaram diâmetros menores, em relação às do Brasil, e formas que variaram de hemisféricas a colunares ou, relativamente achatadas. A superfície da maioria dos exemplares estudados era convexa. Em relação à variação intracolônial, os coralitos do topo da colônia foram, em geral, mais elevados, mais próximos e apresentaram septos de maior espessura que os coralitos da borda da colônia (Figura 16).

#### b) Análise quantitativa:

##### b.1) Variação intracolônial:

Primeiramente, obteve-se o "n" , através da Fórmula de Southwood, cujo resultado foi, aproximadamente igual a 10 (Tabela 3).

Tabela 3- Relação entre o "n" pré-amostrado e o "n" obtido através da Fórmula de Southwood nas oito primeiras colônias estudadas de *Montastraea cavernosa* de Puerto Morelos.

Colônia	Transecto 1	T 2	T 3	T4
01	46/19	50/12	53/11	36/10
02	74/14			
03	47/06	54/06		
04	26/07			
05	33/11			
06	33/11	53/11		
07	47/07			
08	39/06			

Os resultados da variação intracolônia dos espaçamento entre os corálitos foram notadamente significativos. Através da análise de variância univariada (ANOVA), realizada entre os quatro transectos da mesma colônia, observou-se que as médias foram significativamente diferentes (Tabela 4).

Tabela 4- Resultados da ANOVA para variação intracolonal de Montastraea cavernosa de Puerto Morelos. Caráter estudado: espaçamento entre os corais. Material medido com o auxílio do paquímetro. N= 10 para cada transecto. F= frequência, P= probabilidade, dfN= numerador do grau de liberdade, dfD= denominador do grau de liberdade. C1= colônia 1.

Transecto	C1-T1	C1-T2	C1-T3	C1-T4
Média	10,35	8,29	6,60	8,54
Variância	5,05	2,06	1,20	1,73
F	dfN	dfD		
46,47	3	181		
Variância: 2,51		Desvio padrão: 2,35		
		P= <10 (-6) *		

\* Significativo.

#### b.2) Variação intercolonial:

##### Análises univariadas:

Quase todos os caracteres estudados nesta espécie variaram significativamente: altura da columela externa e da teca, diâmetro dos corais, espaçamento entre eles, número total de septos e dos septos dos primeiros ciclos, comprimento e espessura das costelas do primeiro e do quarto ciclos, comprimento dos septos do primeiro e do quarto ciclos,

espessura dos septos do primeiro ciclo e largura da columela (Tabela 5 e Figuras 16 a 23).

Tabela 5- Resultados da ANOVA por caráter estudado entre as colônias de *Montastraea cavernosa* de Abrolhos (n=10). Material medido com o auxílio do digitalizador. F= frequência, P= probabilidade.

Caráter	F	P
ACE	38,51	0,0001*
AT	10,80	0,0001*
DC1	12,26	0,0001*
DC2	14,67	0,0001*
EC	6,15	0,0001*
NC9	0,42	0,5243
NTS	8,67	0,0001*
CCP	24,19	0,0001*
CCQ	22,24	0,0001*
CSP	3,48	0,0054*
CSQ	6,19	0,0001*
ECP	8,15	0,0001*
ECQ	9,42	0,0001*
ESP	7,18	0,0001*
LC	4,62	0,0008*
NSP	8,18	0,0001*

\* Significativo.

Os caracteres mais variáveis e seus valores mínimos e máximos foram: (1) altura da columela externa- 2,00 a 3,80 mm, (2) altura da teca- 1,90 a 3,30 mm, (3) diâmetro dos coralitos- 4,80 a 8,30 mm, (4) espaçamento entre coralitos- 6,50 a 12,00 mm, (5) número total de septos- 38 a 52 (o desvio padrão deste caráter pode atingir 4,20). Os coeficientes de variação apresentaram valores altos para muitos dos caracteres estudados dentro das populações e/ou grupos (Tabela 6).

#### Análise multivariada:

A análise de variância multivariada demonstrou que as colônias diferiram significativamente (Tabela 7).

Tabela 6- Resultados das médias dos caracteres estudados de Montastraea cavernosa. Material medido com o auxílio do paquímetro. C.V.= coeficiente de variação.

Caráter	$\bar{X}$	s	C.V.
---------	-----------	---	------

Ábrolhos 0-5 m (n=10)

ACE	2,56	0,47	18,31
AT	2,61	0,34	12,94
DC1	6,77	0,44	6,57
DC2	6,65	0,50	7,51
EC1	7,71	0,69	8,90
NC9	20,30	3,77	18,59
NTS	38,84	2,31	5,95

Ábrolhos 10-15 m (n=7)

ACE	2,14	0,20	9,57
AT	2,27	0,46	20,24
CD1	6,16	0,60	9,72
CD2	6,39	0,57	8,88
EC1	9,50	1,39	14,65
NC9	11,86	2,91	24,55
NTS	40,70	3,31	8,14

Tabela 6- Continuação.

Caráter	$\bar{x}$	s	C.V.
Abroíhos 15-20 ■ (n=6)			
ACE	2,15	0,11	5,13
AT	2,70	0,61	22,72
DC1	5,91	0,98	16,66
DC2	6,20	0,98	15,83
EC1	9,78	1,03	10,53
NC9	11,67	2,08	17,84
NTS	40,57	3,64	8,96
Tamandaré 0-5 ■ (n=10)			
ACE	2,74	0,18	6,41
AT	2,37	0,28	11,62
DC1	7,25	0,61	8,47
DC2	7,42	0,82	11,05
EC1	8,10	0,99	12,23
NC9	14,90	2,23	14,99
NTS	40,38	3,06	7,58

Tabela 6- Continuação.

---

Caráter	$\bar{x}$	s	C.V.
---------	-----------	---	------

---

## Puerto Morenos (muita luz) (n=6)

ACE	2,57	0,53	20,47
AT	2,24	0,35	15,67
DC1	6,63	0,31	4,66
DC2	6,33	0,43	6,73
EC1	7,12	1,26	17,75
NC9	19,50	2,43	12,46
NTS	43,70	2,02	4,63

## Puerto Morenos (pouca luz) (n=3)

ACE	2,07	0,11	5,07
AT	1,26	0,05	4,20
DC1	6,13	0,74	12,08
DC2	5,98	0,76	12,66
EC1	6,92	0,95	13,66
NC9	20,00	5,29	26,46
NTS	41,63	4,20	10,08

---

Tabela 7- Resultados da MANOVA de *Montastraea cavernosa* dentro das populações de Abrolhos, Tamandaré e Puerto Morelos. F= frequência, P= probabilidade.

Lambda de Wilks	F	P
0,0016	4,57	0,0001*

\* Significativo.

### b.3) Variação geográfica: Brasil

#### Análises univariadas:

Com relação ao material brasileiro, o diâmetro dos coralitos (Abrolhos  $\bar{X}$ = 6,40 mm e Tamandaré  $\bar{X}$ = 7,30 mm) e a espessura dos septos do primeiro ciclo (Abrolhos  $\bar{X}$ = 0,50 mm e Tamandaré  $\bar{X}$ = 0,40 mm) diferiram significativamente (Figuras 5 e 8 e Tabela 8). O espaçamento entre os coralitos, a altura da columela externa e da teca, o comprimento das costelas do primeiro ciclo, a espessura das costelas do quarto ciclo e a largura da columela também diferiram significativamente entre

as amostras de Abrolhos (Figuras 16, 20 e 22) e Tamandaré (Figura 17), sendo que as primeiras citadas foram, em geral, as de maiores medidas.

O diâmetro dos coralitos e a altura da columela externa aumentaram das colônias de Abrolhos para as de Tamandaré. A espessura dos septos do primeiro ciclo diminuiu. Diferentes padrões de variação ocorreram nos diferentes caracteres analisados (Figuras 5 a 8).

Figura 5- Plots dos caracteres estudados de Montastraea cavernosa em relação às localidades (Abrolhos e Tamandaré) e às profundidades. O ponto médio representa a média, e a linha, o desvio padrão. a) altura da columela externa; b) altura da teca; c) diâmetro do coralito 1; d) diâmetro do coralito 2. Abro= Abrolhos; Tama= Tamandaré; 1\* = 0-5 m (Abrolhos); 2 = 10-15 m (Abrolhos); 3 = 15-20 m (Abrolhos). As medidas são dadas em mm.

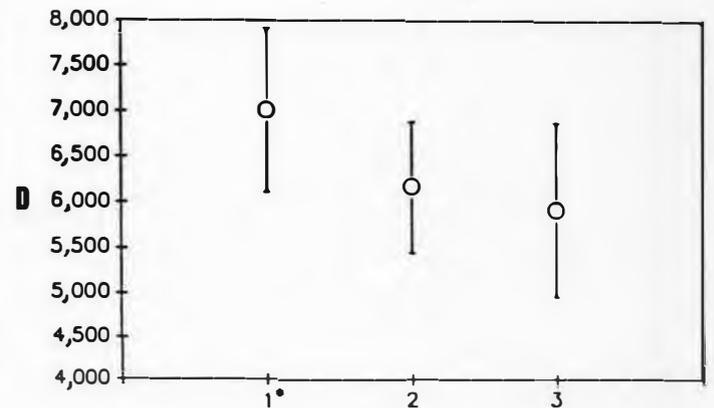
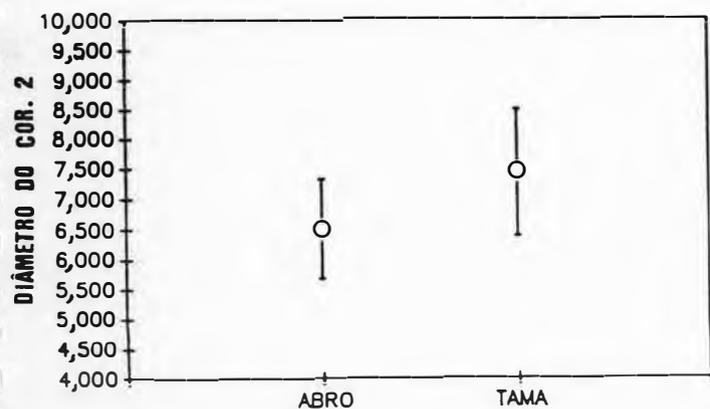
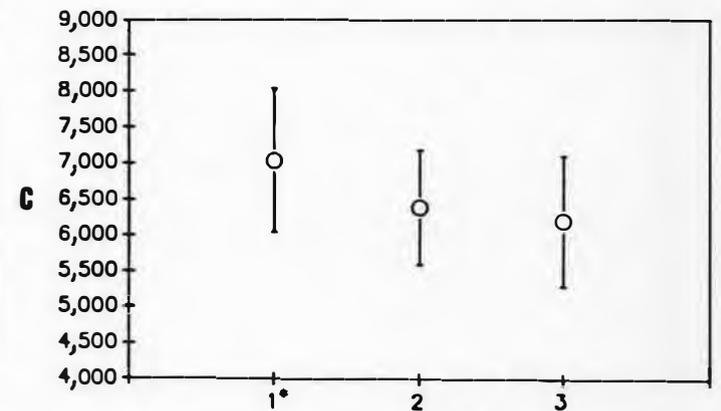
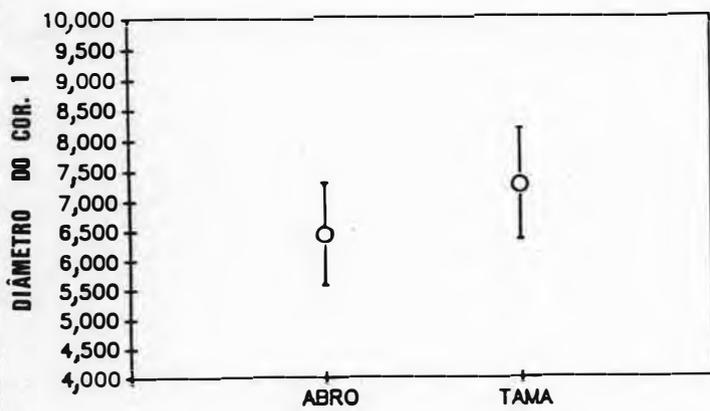
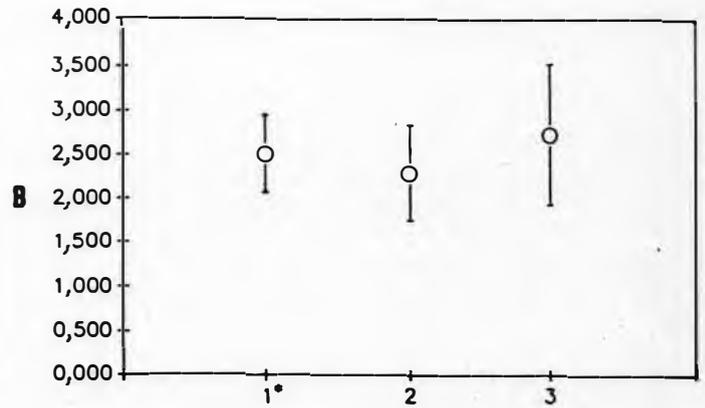
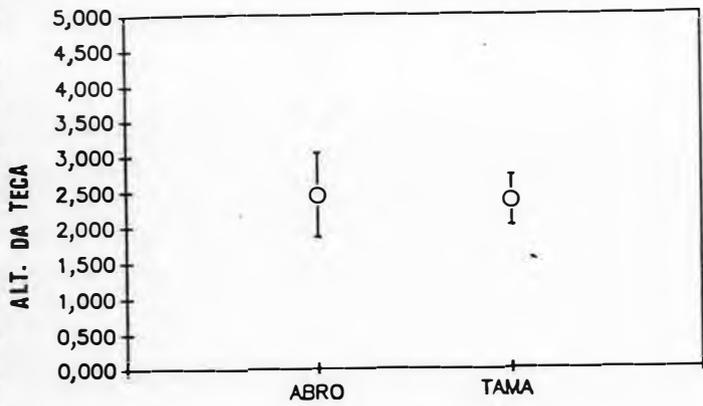
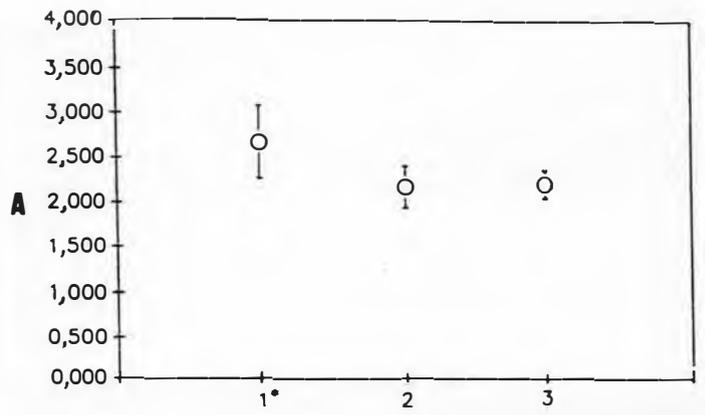
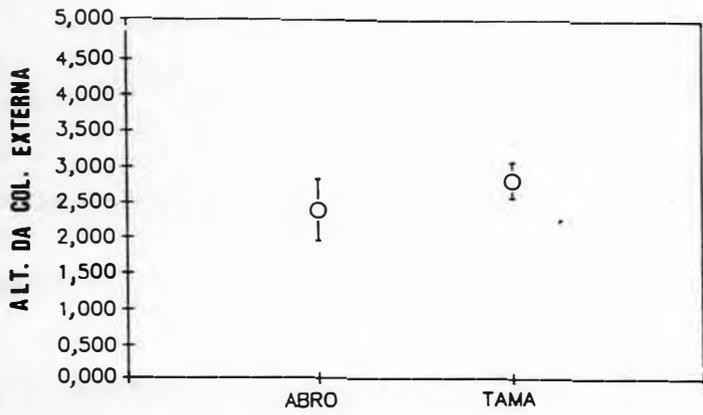


Figura 6- Plots dos caracteres estudados de Montastraea cavernosa em relação às localidades (Abrolhos e Tamandaré) e às profundidades. O ponto médio representa a média, e a linha, o desvio padrão. a) espaçamento entre os coralitos; b) número de centros por 9 cm<sup>2</sup>; c) número total de septos; d) comprimento das costelas do primeiro ciclo. Abro= Abrolhos; Tama= Tamandaré; 1\* = 0-5 m (Abrolhos); 2 = 10-15 m (Abrolhos); 3 = 15-20 m (Abrolhos). As medidas são dadas em mm.

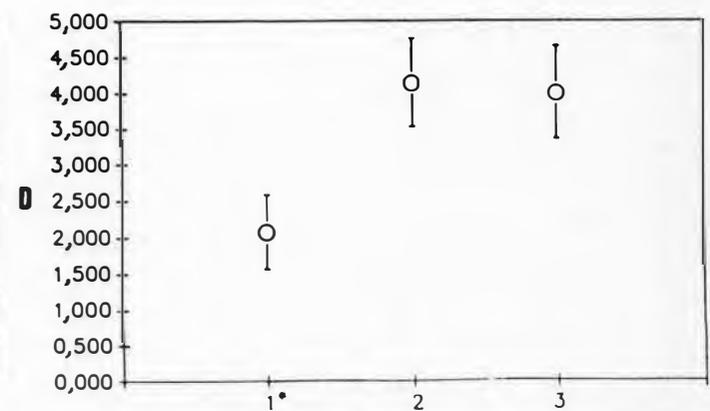
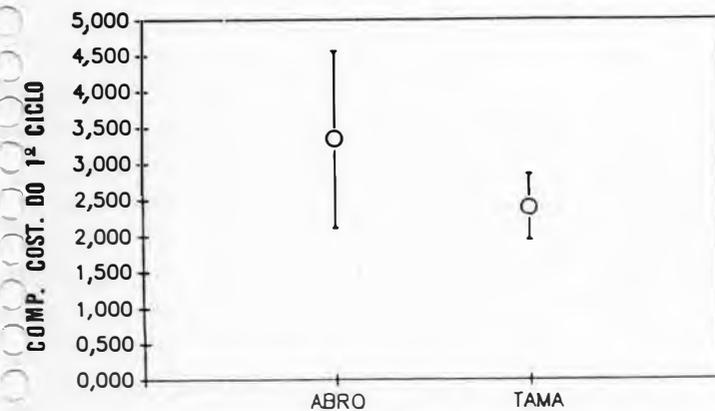
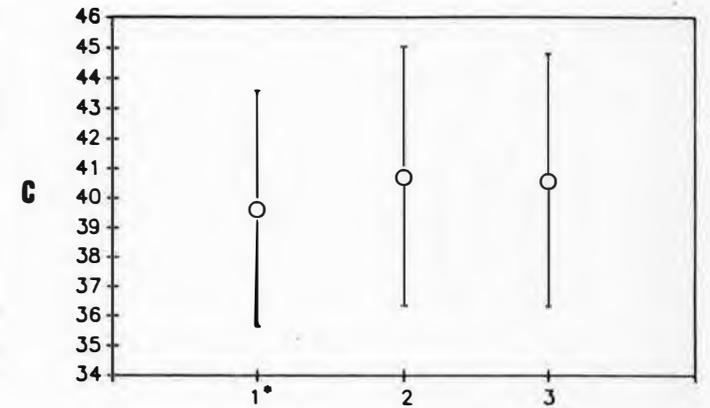
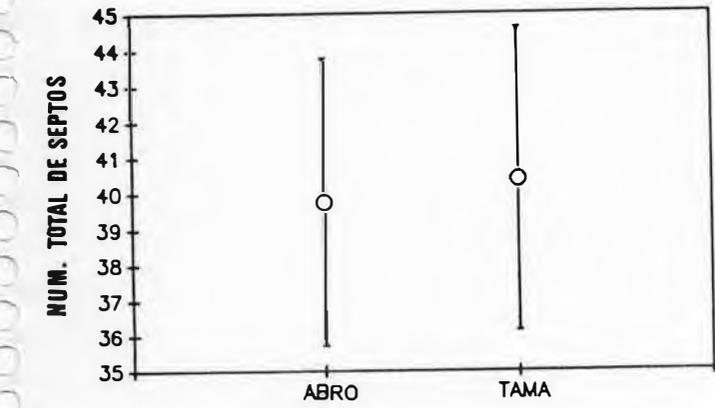
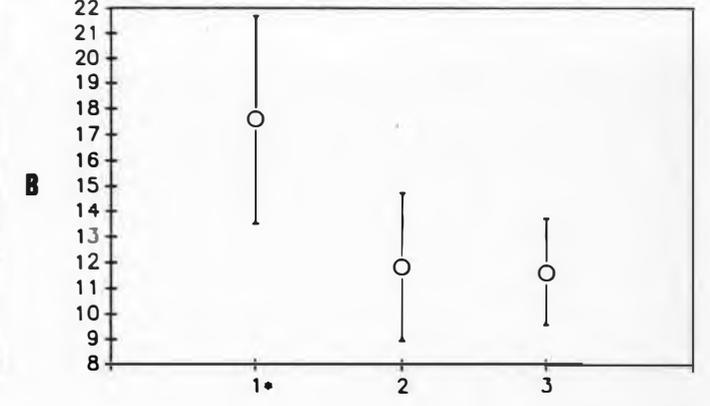
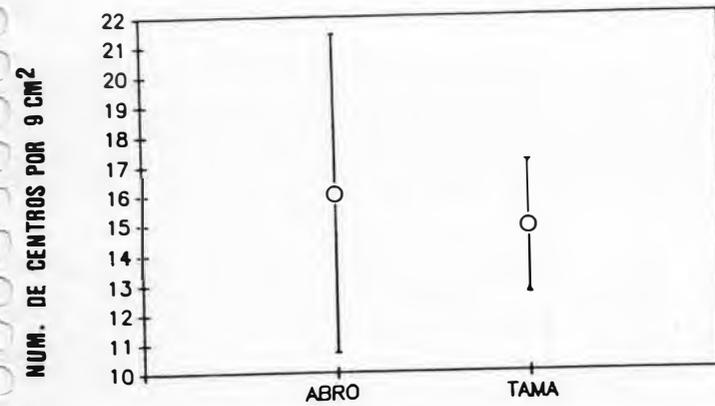
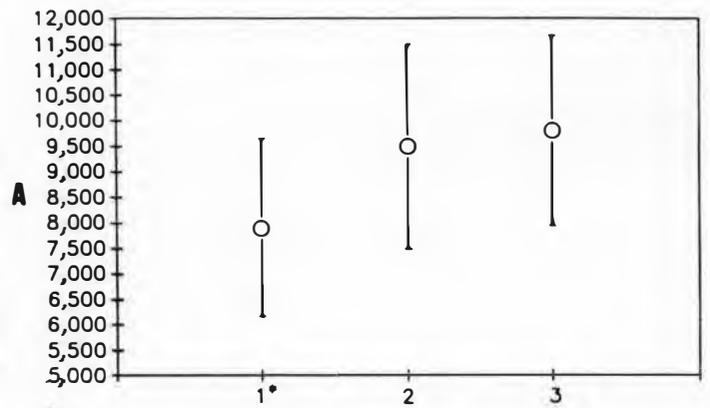
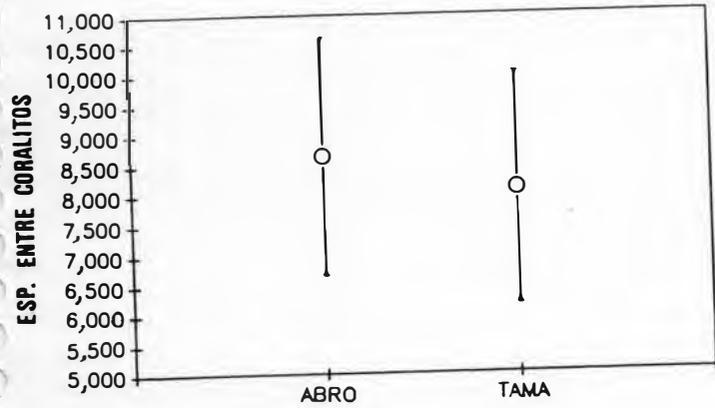


Figura 7- Plots dos caracteres estudados de Montastraea cavernosa em relação às localidades (Abrolhos e Tamandaré) e às profundidades. O ponto médio representa a média, e a linha, o desvio padrão. a) comprimento das costelas do quarto ciclo; b) comprimento dos septos do primeiro ciclo; c) comprimento de septos do quarto ciclo; d) espessura das costelas do primeiro ciclo. Abro= Abrolhos; Tama= Tamandaré; 1\* = 0-5 m (Abrolhos); 2 = 10-15 m (Abrolhos); 3 = 15-20 m (Abrolhos). As medidas são dadas em mm.

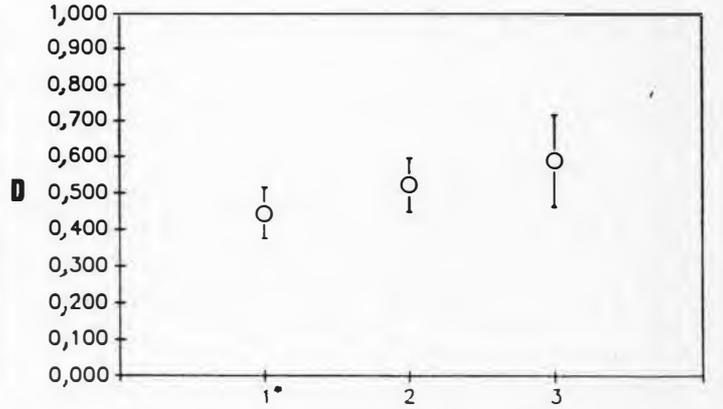
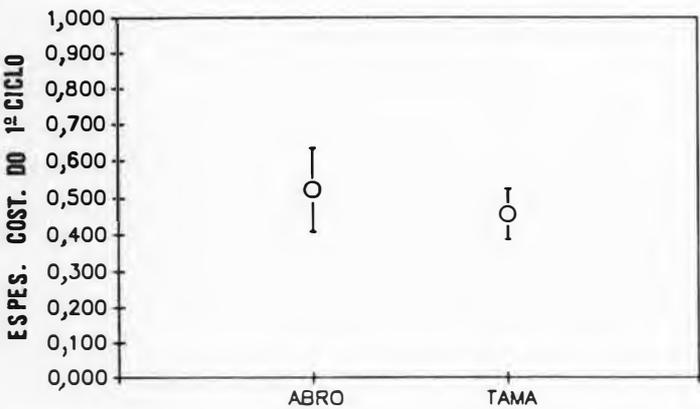
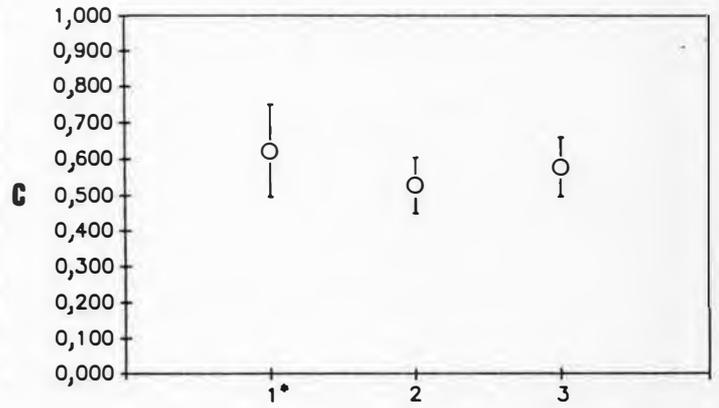
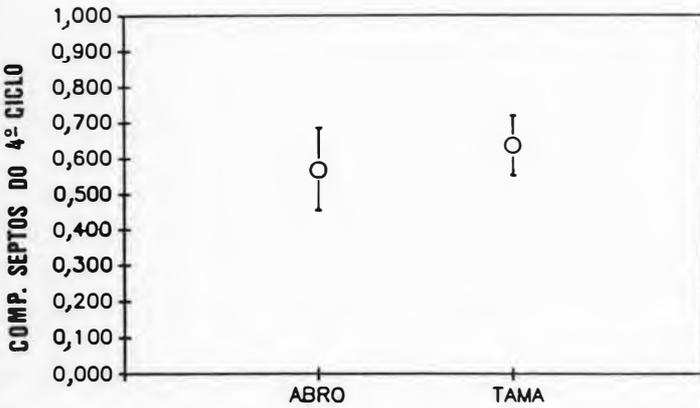
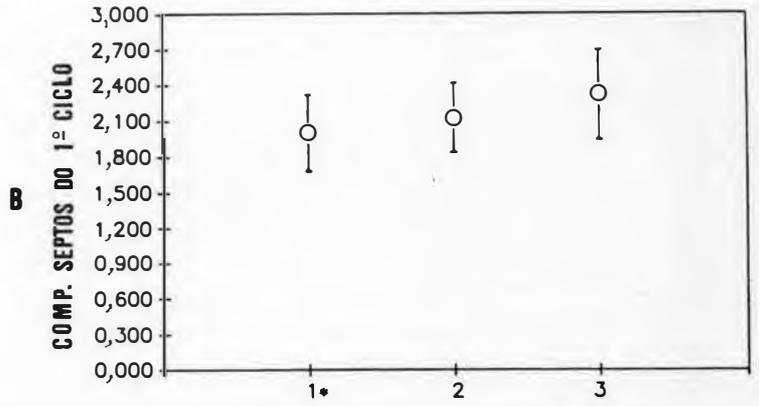
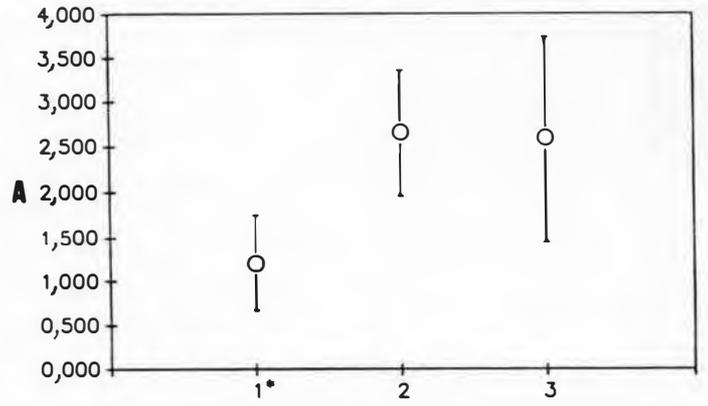
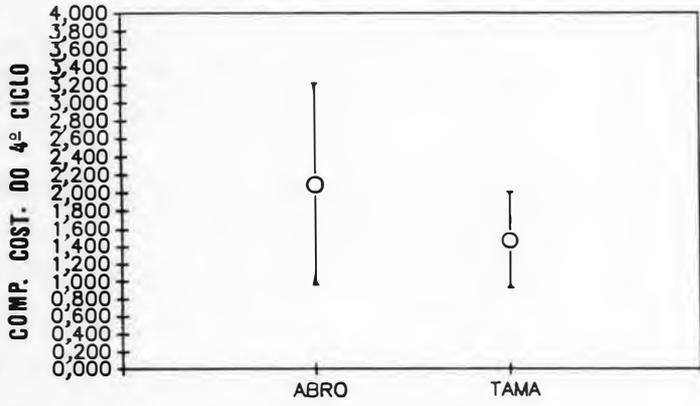


Figura 8- Plots dos caracteres estudados de Montastraea cavernosa em relação às localidades (Abrolhos e Tamandaré) e às profundidades. O ponto médio representa a média, e a linha, o desvio padrão. a) espessura das costelas do quarto ciclo; b) espessura dos septos do primeiro ciclo; c) largura da columela; d) número de septos do primeiro ciclo. Abro= Abrolhos; Tama= Tamandaré; 1\* = 0-5 m (Abrolhos); 2 = 10-15 m (Abrolhos); 3 = 15-20 m (Abrolhos). As medidas são dadas em mm.

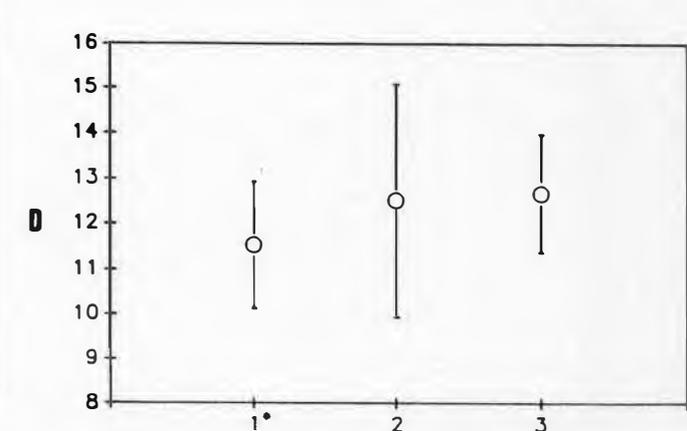
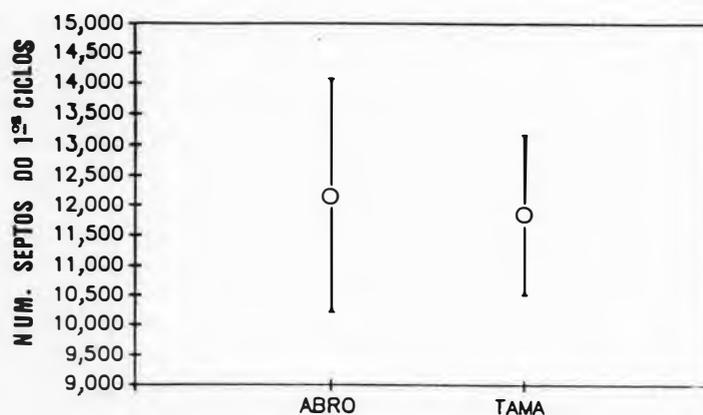
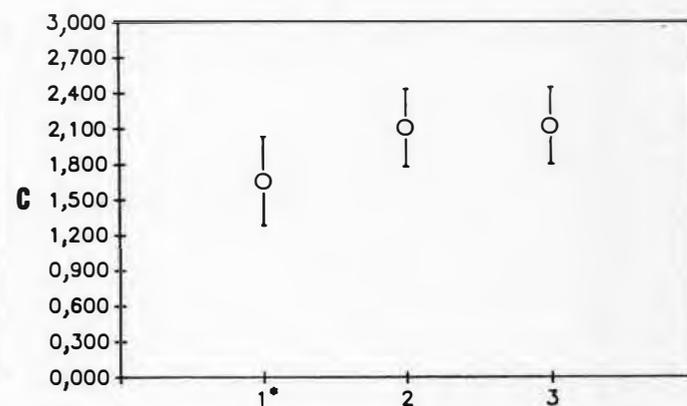
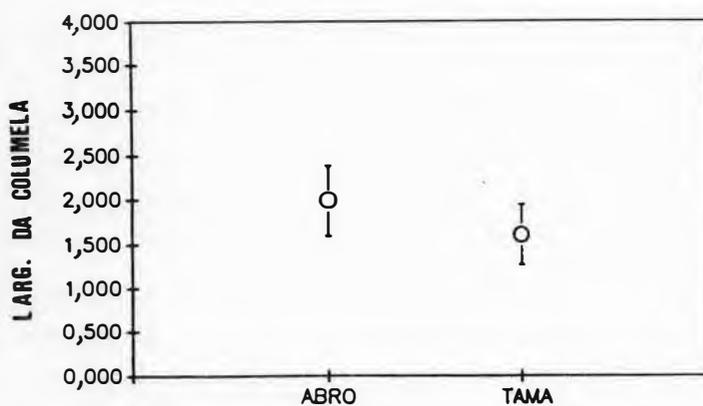
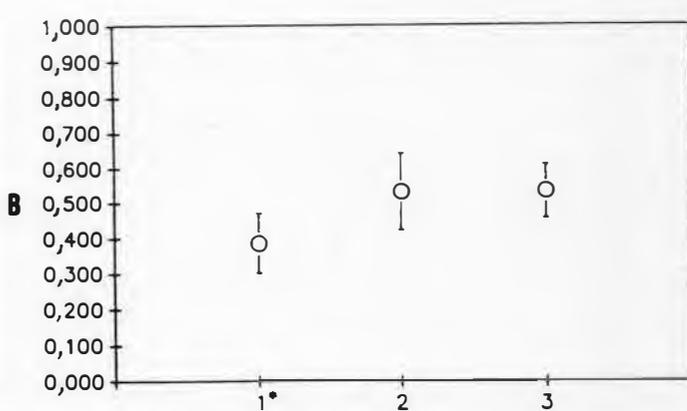
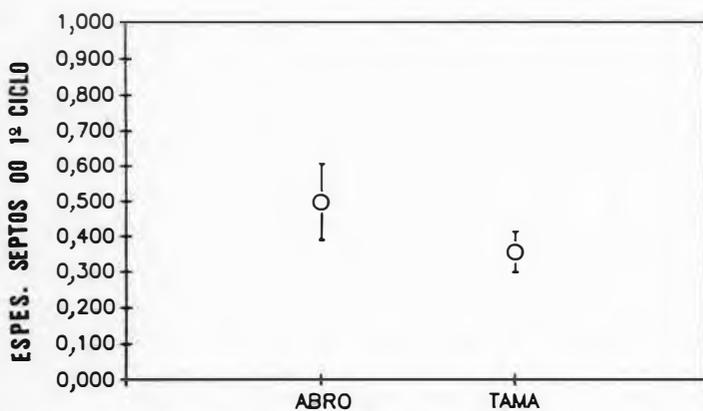
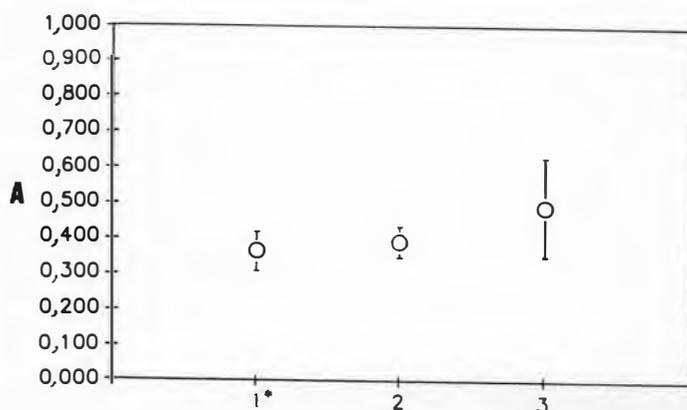
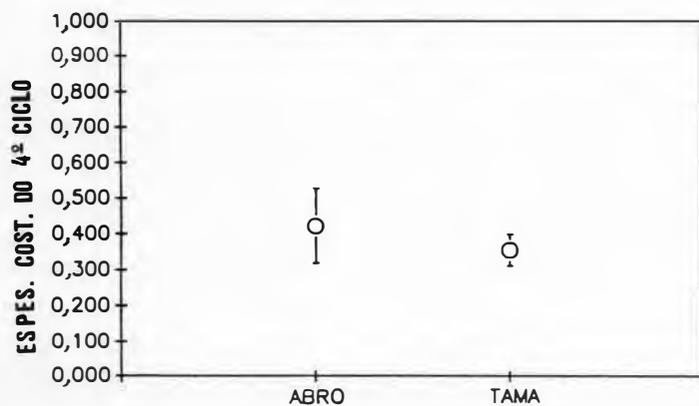


Tabela 8- Resultados da ANOVA de Montastraea cavernosa entre localidades (Abrolhos e Tamandaré).

F= frequência, P= probabilidade. Material medido com o auxílio do digitalizador.

Caráter	F	P
ACE	67,11	0,0001*
AT	4,32	0,0384*
DC1	55,61	0,0001*
DC2	70,71	0,0001*
EC	5,30	0,0220*
NC9	0,42	0,5243
NTS	1,57	0,2115
CCP	6,67	0,0131*
CCQ	3,34	0,0741
CSP	3,23	0,0790
CSQ	3,31	0,0757
ECP	3,59	0,0647
ECQ	4,35	0,0427*
ESP	18,37	0,0001*
LC	9,03	0,0043*
NSP	0,26	0,6123

\* Significativo.

**Análises multivariadas:**

Os resultados obtidos através da análise de variância multivariada mostraram variações geográficas significativas entre os exemplares brasileiros (Tabela 9).

Tabela 9- Resultados da MANOVA de Montastraea cavernosa entre localidades (Abrolhos e Tamandaré). F= frequência, P= probabilidade.

Lambda de Wilks	F	P
0,5926	33,57	0,0001*

\* Significativo.

Os resultados da análise canônica mostraram clara variação geográfica, porém existiu uma pequena área de superposição (Figura 9).

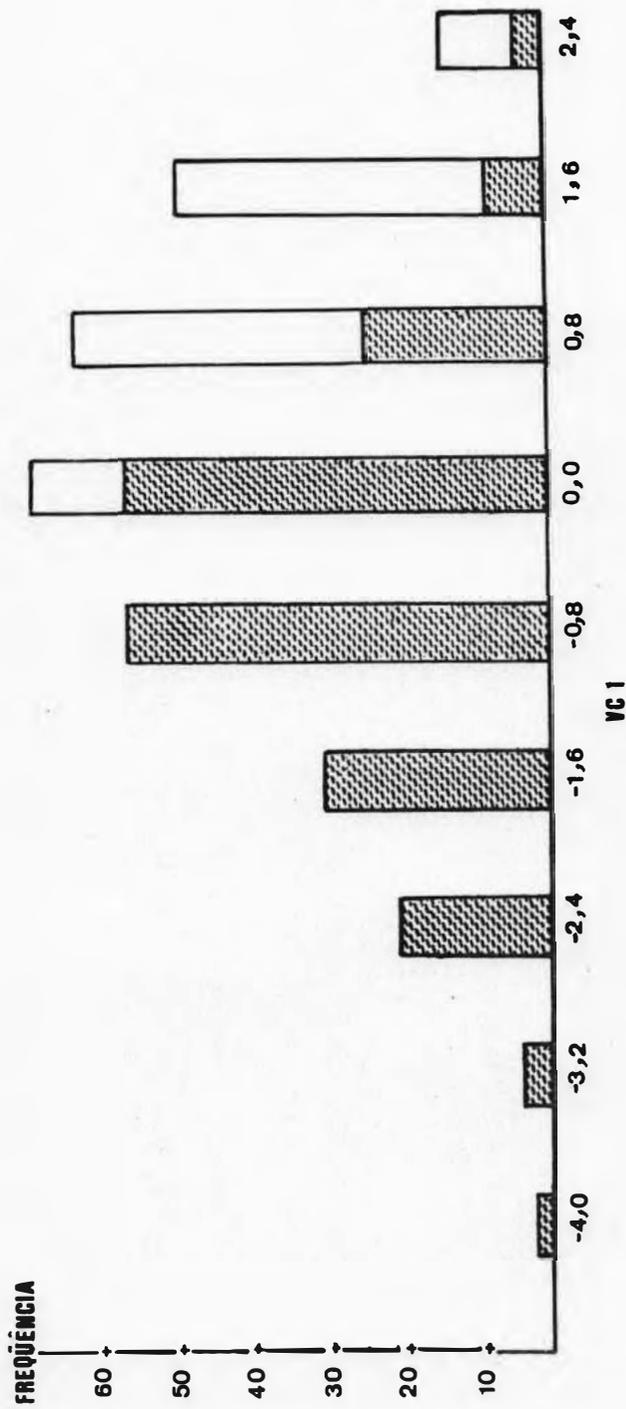


Figura 9- Histograma da frequência da função de Montagens CAVEILOS de Abrolhos e Tamandaré (0-5 m) em função dos escores da variável canônica 1 (VC1). N= 10 para cada população.

(▨) = Abrolhos, (□) = Tamandaré).

#### b.4) Variação geográfica: Brasil/México

A variação intrapopulacional foi significativa em todos os corais estudados. Como os seis espécimens citados foram coletados nas mesmas condições de exposição direta à luz e em profundidade de 0 a 5 m, foi possível comparar estes dados com o material de Abrolhos e Tamandaré.

#### Análises univariadas:

Os caracteres que melhor ressaltaram as diferenças entre estas populações foram: altura da teca, espaçamento entre coralitos e número de centros por 9 cm<sup>2</sup>. Outros caracteres que também variaram significativamente foram a altura da columela externa e o diâmetro dos coralitos (Tabela 10). O diâmetro dos coralitos variou de 6,70 mm em Abrolhos, a 7,33 mm em Tamandaré e 6,48 mm em Puerto Morelos. O espaçamento entre os coralitos: 7,71 mm em Abrolhos, 8,10 mm em Tamandaré e 7,12 mm em Puerto Morelos (Tabela 6). A média da altura da teca foi: 2,61 mm em Abrolhos, 2,37 mm em Tamandaré e 2,24 mm em Puerto Morelos. Número de coralitos por 9 cm<sup>2</sup>: 20,30 em Abrolhos, 14,90 em Tamandaré e 19,50 em Puerto Morelos (Figuras 16 a 23). Apesar de não apresentar diferenças marcantes, a média do número total de septos foi 38,84 em Abrolhos, 40,38 em Tamandaré e 43,70 em Puerto Morelos (Tabela 6).

Tabela 10- Resultados da ANOVA de *Montastraea cavernosa* entre localidades (Brasil/México). F= frequência, P= probabilidade. Material medido com o auxílio do paquímetro.

Carácter	F	P
ACE	4,09	0,0054*
AT	7,17	0,0001*
DC1	4,75	0,0022*
DC2	4,19	0,0046*
EC	6,07	0,0004*
NC9	9,99	0,0001*
NTS	2,17	0,0811

\* Significativo.

Os espécimens do México diferiram dos exemplares brasileiros por apresentarem coralitos mais próximos, de menor diâmetro e mais baixos (Figuras 18 e 19).

**Análises multivariadas:**

Os resultados da análise de variância multivariada mostraram variações geográficas significativas entre os exemplares brasileiros e mexicanos (Tabela 11).

Tabela 11- Resultados da MANOVA de Montastraea cavernosa entre localidades (Brasil/México). F= frequência, P= probabilidade.

Lambda de Wilks	F	P
0,0145	5,74	0,0001*

\* Significativo.

Com o uso da análise canônica discriminante, puderam-se separar completamente os exemplares do Caribe mexicano dos brasileiros (Tabelas 12, 13 e 14 e Figura 10).

Tabela 12- Resultados da análise canônica discriminante de Montastraea cavernosa de Abrolhos, Tamandaré e Puerto Morelos nos cinco eixos canônicos (42 observações, 7 variáveis, 6 classes e 41 graus de liberdade). VC= variável canônica.

VC	Correlação	Autovalor	Proporção	Acumulativo
1	0,9314	6,5433	0,6395	0,6395
2	0,8248	2,1284	0,2080	0,8475
3	0,7510	1,2933	0,1264	0,9739
4	0,4567	0,2636	0,0258	0,9997
5	0,0570	0,0033	0,0003	1,0000

Tabela 13- Resultados da estrutura canônica por caráter estudado de Montastraea cavernosa do Brasil e do México. Coeficientes das variáveis canônicas nos cinco eixos canônicos. VC= variável canônica.

Caráter	VC1	VC2	VC3	VC4	VC5
ACE	0,6019*	0,1400	-0,0423	0,5077	0,0081
AT	0,1404	0,7198*	0,4303	0,4734	-0,1466
DC1	0,6368*	0,1608	-0,2352	0,2840	0,6229
DC2	0,4650	0,3711	-0,4215	0,1853	0,0554
EC	-0,5100	0,5856*	-0,1839	-0,0268	0,5449
NC9	0,5014	-0,5105	0,5850*	-0,2559	-0,1667
NTS	-0,1471	-0,4071	-0,1159	0,7204	0,3095

\* Caracteres de maior peso.

Foram obtidos cinco eixos canônicos, dos quais a primeira variável canônica (VC1) explicou 63,95% da variação, a segunda variável (VC2) explicou 20,80%, perfazendo um total de 84,75% da variação total. A terceira variável (VC3) explicou apenas 12,64% da variação (Tabela 12). Através da análise da estrutura canônica total, obteve-se que os caracteres de maior peso para a primeira variável canônica foram, respectivamente: o diâmetro dos coralitos e a altura da columela externa; para

a segunda: altura da teca e espaçamento entre corallitos, e para a terceira variável canônica: número de centros por  $9 \text{ cm}^2$  e altura da teca.

Tabela 14- Médias das variáveis canônicas por grupo de *Montastraea cavernosa* nos dois primeiros eixos canônicos. Grupo 1= Abrolhos 0-5 m, Grupo 2= Abrolhos 10-15 m, Grupo 3= Abrolhos 15-20 m, Grupo 4= Tamandaré 0-5 m, Grupo 5= Puerto Morelos (muita luz), Grupo 6= Puerto Morelos (pouca luz). VC1= variável canônica 1, VC2= variável canônica 2.

Grupo	VC1	VC2
1	1,7361	0,5337
2	-3,3811	0,6217
3	-4,2911	1,4664
4	2,1748	0,6794
5	0,0869	-1,7845
6	-1,0299	-3,3917

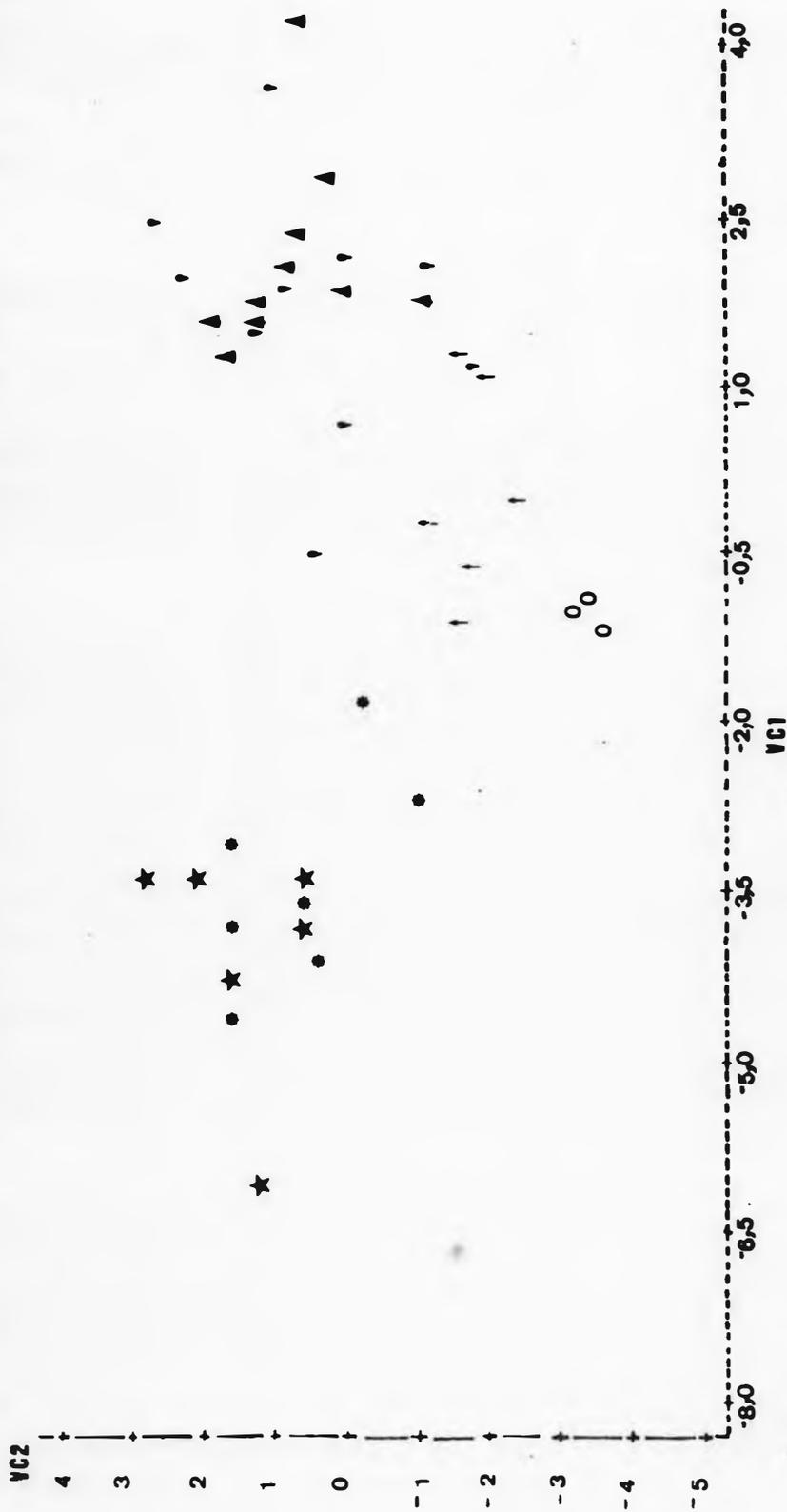


Figura 10- Resultados da análise canônica de **Montserrat** **SABEDONIA** por localidade (Brasil/México). Variável canônica 2 X variável canônica 1. Abrolhos: | = 0-5 m (n= 10), ● = 10-15 m (n= 7), ★ = 15-20 m (n= 6); ▲ = Tamandaré 0-5 m (n= 10); Puerto Morelos: ○ = 0-5 m muita luz (n= 6), ○ = pouca luz (n= 3).

#### b.5) Variação ambiental (entre profundidades):

##### Análises univariadas:

Em relação à profundidade, a altura da columela externa e da teca, o diâmetro dos coralitos, o espaçamento entre os coralitos, o número de centros por 9 cm<sup>2</sup>, o desenvolvimento dos septos e costelas do primeiro ciclo, o comprimento e espessura das costelas do quarto ciclo e a largura da columela foram os caracteres mais variáveis (Figuras 5 a 8 e Tabela 15). Apenas o número total de septos, o comprimento dos septos do quarto ciclo e o número de septos do primeiro ciclo não variaram significativamente.

Na primeira profundidade (Abrolhos 0-5 m), encontraram-se os maiores valores para diâmetro dos coralitos (valor máximo: 9,60 mm), altura da columela externa e número de centros por 9 cm<sup>2</sup>. As médias do espaçamento entre os coralitos foram: na profundidade 1- 7,60 mm; na profundidade 2- 9,50 mm; e na profundidade 3- 9,81 mm. Relações inversas foram encontradas quando alguns caracteres foram plotados contra a profundidade: número de centros por 9 cm<sup>2</sup> (no qual a média variou de 20,30 na profundidade 1 a 11,70, na profundidade 3) e a altura da columela externa (valor máximo na profundidade 1- 4,00 mm; profundidade 2- 2,90 mm; profundidade 3- 2,40 mm). Outros caracteres foram diretamente correlacionados com a profundidade: espaçamento entre coralitos, espessura dos septos do primeiro ciclo e comprimento e espessura das costelas do quarto ciclo (Figuras 15, 16 e 20 a 22).

Tabela 15- Resultados da ANOVA por caráter estudado de Montastraea cavernosa entre profundidades (Abrolhos 0-5, 10-15 e 15-20 m). Material medido com o auxílio do digitalizador. P= probabilidade.

Caráter	P
ACE	0,0001*
AT	0,0003*
DC1	0,0001*
DC2	0,0001*
EC	0,0001*
NC9	0,0019*
NTS	0,1124
CCP	0,0001*
CCQ	0,0001*
CSP	0,0360*
CSQ	0,0543
ECP	0,0001*
ECQ	0,0003*
ESP	0,0001*
LC	0,0002*
NSP	0,1254

\* Significativo.

### Análises multivariadas:

A análise de variância multivariada demonstrou que as profundidades diferiram significativamente (Tabela 16).

Tabela 16- Resultados da MANOVA de Montastraea cavernosa de Abrolhos entre profundidades (0-5, 10-15 e 15-20 m). F= frequência, P= probabilidade.

Lambda de Wilks	F	P
0,3583	32,64	0,0001*

\* Significativo.

A profundidade 0-5 m foi bastante distinta das outras, que apresentaram uma pequena área de superposição (Figura 11). Este fato foi bem evidenciado nos resultados da análise canônica.

Os resultados mostrados na Figura 11 foram obtidos através dos dados medidos com o auxílio do digitalizador, sendo estudado um número maior de caracteres esqueléticos por coralito do que nos resultados apresentados na Figura 12, onde foram analisados os dados medidos com o auxílio do paquímetro, por cada exemplar.

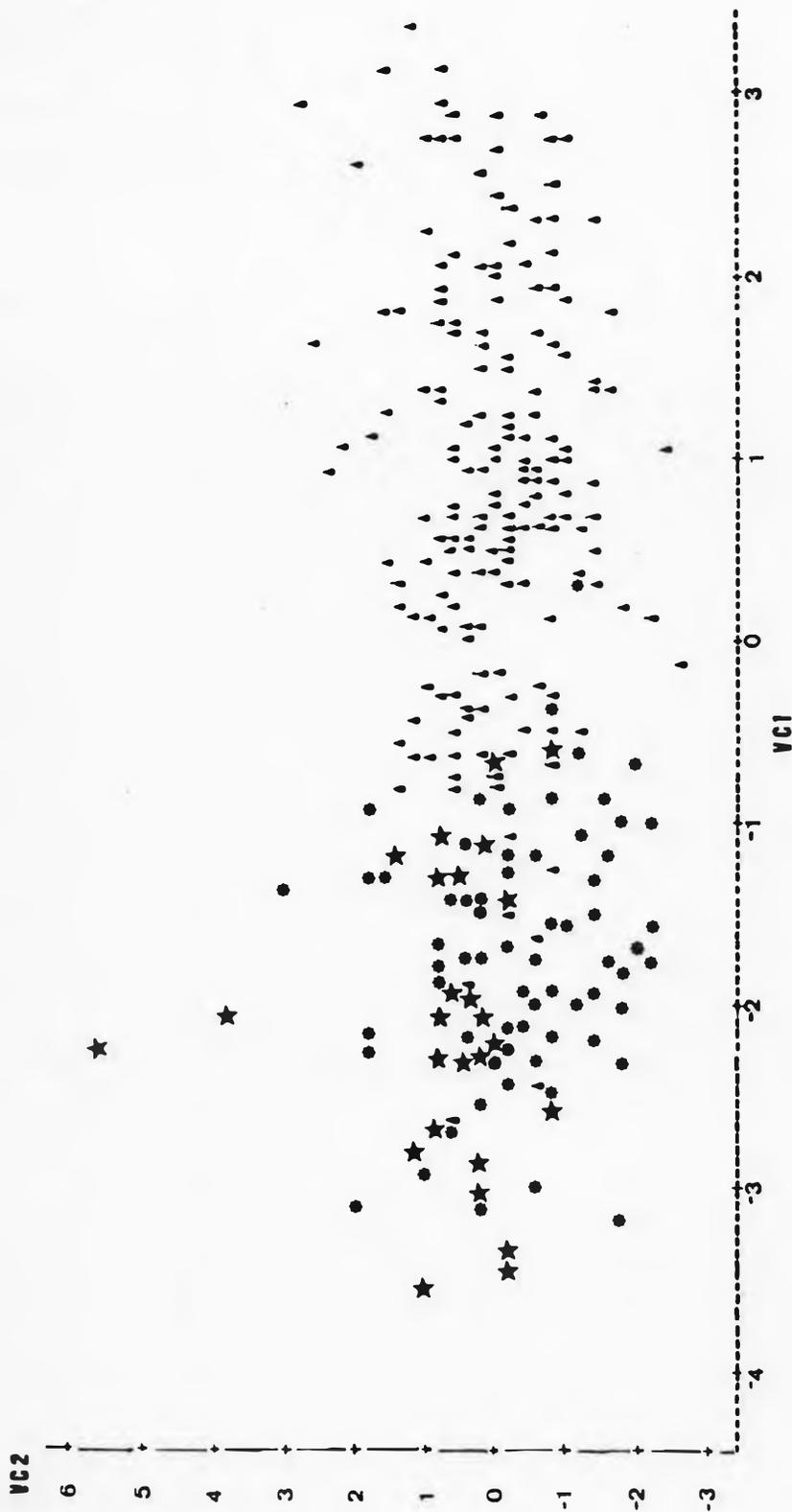


Figura 11- Resultados da análise canônica de *Montastraea*  
*Saxatilis* por profundidade. Variável canônica 2 X variável  
 canônica 1. Abrolhos:  $\blacktriangledown$  = 0-5 m,  $\star$  = 10-15 m,  $\blacktriangle$  = 15-20 m.

Foi comparada a população de Abrolhos de profundidades maiores (10-15 m e 15-20 m) com a população de Puerto Morelos coletada em locais com pouca luz, na profundidade 0-5 m, a fim de verificar se as mesmas eram semelhantes morfologicamente. Os resultados da análise canônica discriminante separaram totalmente estas populações (Figura 12), mostrando que neste caso a variação geográfica foi maior que a variação resultante da ação conjugada de diversos fatores ecológicos relacionados com a profundidade. Os resultados mostrados na Figura 12 foram obtidos através de dados medidos com o auxílio do paquímetro. Neste caso, foi estudado um menor número de caracteres esqueléticos por exemplar do que nos resultados apresentados na Figura 11.

Ampliando a descrição de VAUGHAN (1919): *M. cavernosa* apresentou a altura da columela externa e da teca variando em torno de 2,20 mm, o diâmetro dos coralitos obteve médias de 7,00 mm, embora pudesse atingir valor superior a 10,00 mm. O espaçamento entre os coralitos atingiu a média de 8,00 mm, e o número de septos por coralito atingiu valor máximo de 52. Muitos dos caracteres esqueléticos desta espécie mostraram-se significativamente diferentes dentre e/ou entre as localidades e profundidades: altura da columela externa e da teca, diâmetro dos coralitos, espaçamento entre eles, número total de septos, comprimento e espessura das costelas do primeiro e do quarto ciclos, comprimento dos septos do primeiro e do quarto ciclos, espessura dos septos do primeiro ciclo, largura da columela e número de septos dos primeiros ciclos.

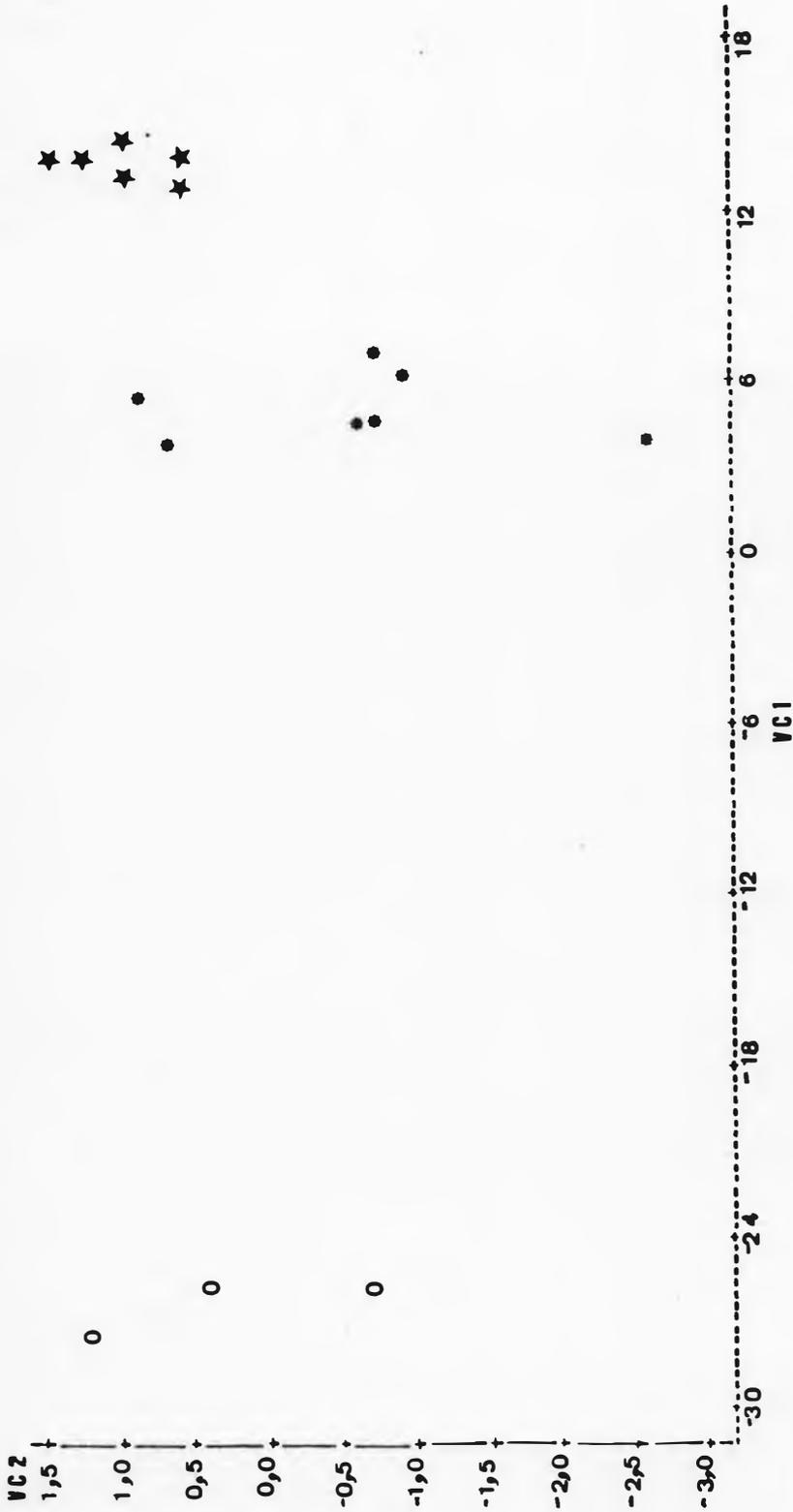


Figura 12- Resultados da análise canônica por exemplar de **Montastraea cavernosa** de Abrolhos (10-15 m e 15-20 m) e de Puerto Morelos (pouca luz). Variável canônica 2 X variável canônica 1. Abrolhos: • = 10-15 m (n= 7), ★ = 15-20 m (n= 6); Puerto Morelos: 0 (n= 3).

## 5.2. *Favia gravida*

### a) Análise qualitativa:

A forma da colônia desta espécie mostrou-se, predominantemente, hemisférica. Os exemplares de Abrolhos e Santa Cruz apresentaram diâmetros de até 20,00 cm, enquanto que os de Tamandaré foram menores, frequentemente com cirripédios epibiontes. Os exemplares com coralitos mais meandrinizados foram coletados em Santa Cruz (Figuras 27 e 28). A população de Abrolhos mostrou-se heterogênea com espécimens com um número maior de coralitos meandróides e outros com um número maior de coralitos arredondados (Figuras 24 e 25).

### b) Análise quantitativa:

#### b.1) Variação intrapopulacional:

#### Análises univariadas:

Os resultados das medições nesta espécie foram significativamente diferentes em relação ao número de septos por cm, número de coralitos por meandro (índice de meandrinização) e número de centros por 9 cm<sup>2</sup> (Figuras 24, 25, 27 e 28). A média do número de coralitos por meandro foi de 1,75, com um número máximo de 7 centros (Tabela 17).

Tabela 17- Resultados das médias obtidas por carácter dentro de cada população estudada de Favia gravida. Pop. 1= Abrolhos; Pop. 2= Tamandaré; Pop. 3= Santa Cruz. Min= média dos valores mínimos, Máx= média dos valores máximos, C.V.= coeficiente de variação. Material medido com o auxílio do paquímetro.

Carácter	$\bar{X}$	s	Min	Máx	C.V.
População 1 (n=10)					
CM	8,73	2,24	6,07	12,66	25,70.
LM	4,09	0,46	3,23	4,69	11,21
NCM	1,71	0,40	1,30	2,20	23,47
NC9	31,00	9,49	22,00	50,00	30,60
NSC	19,48	6,09	13,40	28,20	31,25
População 2 (n=10)					
CM	8,87	1,33	6,26	11,08	14,98
LM	4,19	0,45	3,73	5,18	10,66
NCM	1,85	0,29	1,50	2,30	15,76
NC9	36,00	10,21	16,00	52,00	28,36
NSC	32,15	3,28	26,30	36,20	10,19
População 3 (n=10)					
CM	9,37	2,22	7,43	13,55	23,71
LM	3,98	0,44	3,38	4,89	11,02
NCM	2,05	0,46	1,50	2,90	22,56
NC9	44,30	8,76	33,00	62,00	19,77
NSC	28,66	2,25	25,10	31,30	7,86

Os valores obtidos com o auxílio do digitalizador para a espessura dos septos do primeiro ciclo foram também significativamente diferentes.

#### b.2) Variação geográfica:

##### Análises univariadas:

Os caracteres que melhor ressaltaram as diferenças entre o material de Abrolhos e Tamandaré foram: a largura e o comprimento dos meandros, o número de septos por cm e a espessura dos septos do primeiro ciclo. Também diferiram significativamente entre estas populações, o número de centros por 9 cm<sup>2</sup> e de coralitos por meandro e a largura da columela e dos coralitos ( $P < 0,05$ ) (Tabela 18).

Tabela 18- Resultados da ANOVA entre as populações de *Favia* garruda de Abrolhos e Tamandaré. N=10 para cada população. F= frequência, P= probabilidade. Material medido com o auxílio do digitalizador.

Caráter	F	P
CM	5,24	0,0001*
LM	3,31	0,0004*
NC9	5,00	0,0142*
NCM	2,63	0,0039*
NSC	148,11	0,0001*
CC	2,08	0,1798
CCP	0,99	0,3436
CSP	2,89	0,1201
CSQ	2,74	0,1290
ECP	2,76	0,1278
ESP	31,78	0,0002*
LC	12,20	0,0058*
LC'	7,70	0,0196*
NS3	1,60	0,2343

\* Significativo.

Nas três localidades (Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz), o valor máximo do número de septos por cm atingiu 40, o comprimento máximo dos meandros, 21,80 mm e o número de centros por 9 cm<sup>2</sup>, 62. Através da análise de variância univariada, verificou-se que o número de septos por cm e o número de centros por 9 cm<sup>2</sup> foram os caracteres que mais variaram (Tabela 19).

As médias do comprimento dos meandros foram: 8,73 mm em Abrolhos, 8,87 mm em Tamandaré e 9,37 mm em Santa Cruz, e da largura dos meandros: 4,10 mm em Abrolhos, 4,19 mm em Tamandaré e 3,98 mm em Santa Cruz. As médias do número de coralitos por meandro foram de 1,71 em Abrolhos, 1,85 em Tamandaré e 2,05 em Santa Cruz. O número médio de centros por 9 cm<sup>2</sup> foi: 31,00 em Abrolhos, 36,00 em Tamandaré e 44,30 em Santa Cruz. As médias do número de septos por cm encontradas nos exemplares de Abrolhos foi de 19,48, contrastando marcadamente com os valores de 32,15 em Tamandaré e 28,66 em Santa Cruz.

Tabela 19- Resultados da ANOVA por caráter estudado de *Eavia gravida* de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz. N= 10 para cada população. F= frequência, P= probabilidade. Material medido com o auxílio do paquímetro.

Caráter	F	P
Comprimento dos meandros	0,29	0,7521
Largura dos meandros	0,51	0,6075
Num. de coralitos por meandro	1,90	0,1683
Num. de centros por 9 cm <sup>2</sup>	5,00	0,0142*
Num. de septos por cm	24,30	0,0001*

\* Significativo.

#### Análises multivariadas:

Os resultados obtidos através da análise de variância multivariada se apresentaram significativos em relação às variações geográficas (Tabela 20).

Tabela 20- Resultados da MANOVA entre as populações de Favia gravida de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz. N=10 para cada população. F= frequência, P= probabilidade.

Lambda de Wilks	F	P
0,1697	6,56	0,0001*

\* Significativo.

Pelos resultados obtidos, observou-se que os exemplares de Abrolhos apresentaram menor número de septos por cm e de coralitos por meandro, menor largura e comprimento dos meandros (Figuras 24 e 25). Os espécimens de Tamandaré apresentaram maiores valores em relação ao número de septos por cm e à largura dos meandros (Figura 26), enquanto que o número de coralitos por meandro, o comprimento dos meandros e o número de centros por 9 cm<sup>2</sup> foram maiores nos exemplares de Santa Cruz (Figura 27 e 28 e Tabela 17).

Os resultados finais da análise canônica mostraram nítida separação entre as colônias de Abrolhos e o material de Tamandaré e Santa Cruz (Figura 13), o que possivelmente seria explicado pela menor distância da costa e maior quantidade de sedimentos em suspensão nas duas últimas localidades.

A primeira variável canônica explicou 85,97% da variação, enquanto que a segunda variável explicou 14,03% da variação (Tabela 21). Os caracteres de maior peso para a primeira variável canônica foram: número de septos por cm e número de centros por 9 cm<sup>2</sup>. Para a segunda variável: número de centros por 9 cm<sup>2</sup> e número de coralitos por meandro (Tabela 22).

Os maiores valores encontrados na maioria dos caracteres examinados nos exemplares de *E. gracilida* de Tamandaré e de Santa Cruz comprovaram mais uma vez a importância da presença de coralitos maiores para suportar condições adversas, como a exposição ao ar e o grande aporte de água doce e sedimentos. Os pólipos podem mais facilmente retrair-se para o interior dos coralitos, evitando a dessecação, como afirmado por PORTER (1976).

Ampliando a descrição de MATTHAI (1919): *E. gracilida* apresentou meandros com comprimento médio de 9,00 mm e largura de 4,00 mm. O número de centros por meandro obteve média igual a 2,00, porém foram encontrados valores de até 7 (cálices policêntricos). O número de centros por 9 cm<sup>2</sup> com média igual a 40,00 e a média do número de septos por cm igual a 27,00. A distância entre os meandros variou de acordo com as condições ambientais. Grande parte dos caracteres esqueléticos de *E. gracilida* foram significativamente diferentes dentre e/ou entre populações: comprimento e largura dos meandros, número de septos por cm, espessura dos septos do primeiro ciclo, número de centros por 9 cm<sup>2</sup> e de coralitos por meandro e largura da columela e dos coralitos.

Tabela 21- Resultados da análise canônica discriminante de *Favia gravida* de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz nos dois eixos canônicos. N=10 para cada população. (30 observações, 5 variáveis, 3 classes e 29 graus de liberdade). VC= variável canônica.

VC	Correlação	Autovalor	Proporção	Acumulativo
1	0,8649	2,9682	0,8597	0,8597
2	0,5713	0,4845	0,1403	1,0000

Tabela 22- Resultados da estrutura canônica total de *Favia gravida* de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz por caráter estudado. N=10 para cada população. VC1=variável canônica 1, VC2=variável canônica 2.

Caráter	VC1	VC2
CM	0,0808	0,2214
LM	0,0441	-0,3265
NCH	0,2666	0,4647*
NC9	0,3753*	0,7106*
NSC	0,9264*	-0,0553

\* Caracteres de maior peso.

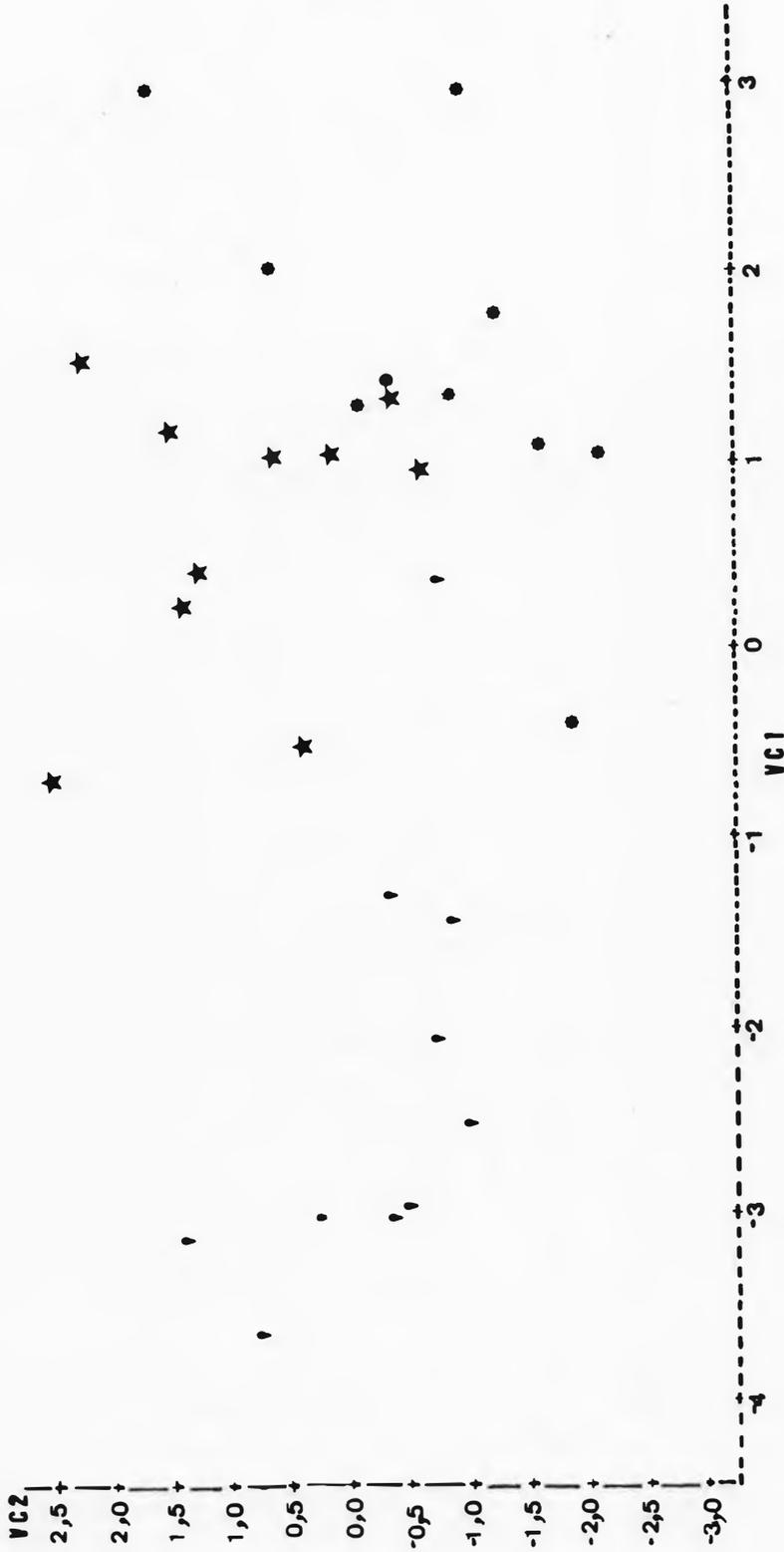


Figura 13- Resultados da análise canônica da variação geográfica de *Favia gravida*. Variável canônica 2 X variável canônica 1. N= 10 para cada população. ( ▼ = Abrolhos; ★ = Tamandaré; # = Santa Cruz).

## CAPÍTULO 6- DISCUSSÃO

### 6.1. Aspectos gerais

Este estudo mostrou que ocorre uma considerável variação morfológica dentro das espécies de *Scleractinia Montastraea cavernosa* do Brasil e do México e *Favia gravida* do Brasil. Muitos caracteres esqueléticos destas espécies, importantes na sistemática do grupo, exibiram variação significativa nos níveis intercolonial, intra- e interpopulacional. Acredita-se que a variabilidade morfológica dos *Scleractinia* represente, geralmente, uma resposta ao ambiente.

Sobre a metodologia utilizada, morfometria e posterior análise estatística, observou-se que através dos resultados da análise canônica discriminante, as diferentes populações puderam ser separadas. Na análise das variáveis canônicas, a variação entre grupos foi maximizada em relação à variação dentro dos grupos. "A análise das variáveis canônicas é apropriada para estudos em taxonomia, visto que características desejáveis, como a maximização da separação entre grupos e a indicação dos caracteres que contribuem para a discriminação, estão incluídas na dedução matemática do método" (NEFF & MARCUS, 1980 apud GARAVELLO & REIS, 1988).

Vários trabalhos sobre variação morfológica de *Scleractinia*, como, por exemplo, WIJSMAN-BEST (1974) e BEST et al. (1983) diferenciaram ecomorfos sem a realização de testes

para avaliar sua significância estatística. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram a vantagem do uso dos métodos da estatística multivariada na análise de diferenças morfológicas dentro de um mesmo taxon, como registrado por GARAVELLO & REIS (1988).

As vantagens da plasticidade morfológica parecem óbvias: os animais coloniais capazes de se adaptarem a mais de uma forma de crescimento devem ser capazes de sobreviver numa maior variedade de ambientes que as espécies monomórficas (JACKSON, 1979). Segundo FOSTER (1978), a plasticidade é um importante atributo da espécie e pode ser considerada um mecanismo de controle da distribuição e abundância dos corais nos recifes. Em relação a prováveis influências da morfologia na fisiologia dos Scleractinia, LASKER (1981) concluiu que "colonies and morphs' differing rates of respiration and photosynthesis...do not reflect different physiologies; rather, they are consequences of the colonies' differing morphologies. The effects of morphology are best illustrated by respiration rates. Respiration by any organism can be expected to vary with the organisms' biomass."

Não foi intenção deste estudo analisar a ação dos fatores ecológicos isolados. Como os dados físico-químicos de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido não foram obtidos regularmente, nada pode ser concluído sobre a influência dos mesmos na morfologia dos Faviidae. Supõe-se apenas que as variações esqueléticas dos Scleractinia estudados

devam-se a diferentes distâncias da costa associadas ao aporte de água doce e sedimentos e a influência da ação conjugada de fatores ecológicos relacionados com a profundidade, como a luz, pressão, temperatura, modo de ação das ondas... De acordo com FOSTER (1978), algumas informações sobre o habitat de certas espécies de corais podem ser obtidas através do exame cuidadoso da variação morfológica de seus esqueletos.

Os sistemas de classificação de VAUGHAN & WELLS (1943) e WELLS (1956) que foram baseados, principalmente, nos caracteres esqueléticos de Scleractinia, devem ser reavaliados em relação a alguns caracteres de algumas famílias. Dentre estes, podem-se citar o comprimento e a espessura das costelas e dos septos, o diâmetro dos coralitos e o número total de septos dos Faviidae; visto que estes caracteres diferem significativamente dentro de populações de uma mesma espécie.

## 6.2. Montastraea cavernosa

Em M. cavernosa, a variação de cada um dos caracteres estudados entre colônias foi maior que a variação entre localidades e entre profundidades. A variabilidade intra-específica diminuiu do nível intrapopulacional para o nível interpopulacional.

A variação intracolônial de M. cavernosa foi demonstrada por LAND et al. (1975) e FOSTER (1985), que comprovaram sua maior dimensão em relação aos resultados obtidos para

*Montastraea annularis*. No último trabalho citado, foram obtidos, como caracteres de maior peso na análise canônica, a espessura da teca e das costelas e o espaçamento dos coralitos. Quanto à variação intracolônial dos espécimens de Puerto Morelos, as medidas obtidas para o espaçamento entre os coralitos, foram significativamente diferentes.

As razões da grande plasticidade fenotípica entre colônias dentro de populações podem ser de origem genética ou resultantes de diferenças nas posições dos corais em relação ao substrato, presença de locais sombreados numa mesma profundidade (diferentes micro-habitats), ou ainda relacionada a outros fatores ambientais (BUDD, 1990; JACKSON, 1979). Só estudos específicos não realizados aqui, como o de AYRE *et al.* (1991), poderiam precisar a interferência genética. Estes últimos autores compararam a identificação morfológica e eletroforética em espécies do gênero *Acropora*.

*M. cavernosa* foi caracterizada por uma significativa variação em relação à luz, apresentando maior altura da columela externa e da teca, coralitos mais próximos uns dos outros e septos mais espessos, quando coletados em condições de muita luminosidade.

De acordo com MAYAL & AMARAL (1990), os exemplares de *M. cavernosa* de Pernambuco coletados até uma profundidade de 4 m eram, geralmente, esféricos ou hemisféricos, e os exemplares coletados a partir desta profundidade se apresentaram mais achatados. Foi confirmado neste estudo que existe uma

tendência geral das formas hemisféricas tornarem-se bi-dimensionais ou laminares, registrada anteriormente por FRICKE & SCHUHMACHER (1983). Segundo LABOREL (1970), as formas encontradas em uma maior profundidade são particularmente mais achatadas, com um grande desenvolvimento da exoteca e um pequeno número de coralitos por unidade de superfície, contudo este autor não realizou estudos quantitativos.

Foram observadas, porém, formas diferentes dentro de uma mesma profundidade. Como demonstrado por FRICKE & MEISCHNER (1985), embora a luz pareça ser o principal fator a afetar os morfótipos de corais hermatípicos, fato também observado por GRAUS & MACINTYRE (1982), distribuições de frequência de morfótipos revelam que muitos deles ocorrem juntos na mesma profundidade.

No presente estudo, a variação intrapopulacional foi alta. A altura da columela externa e da teca, o diâmetro dos coralitos, o espaçamento entre os coralitos, a espessura dos septos do primeiro ciclo, o comprimento das costelas do primeiro ciclo e a espessura das costelas do quarto ciclo de septos tiveram uma variação significativa em quase todos os níveis, sendo, então, considerados caracteres adaptativos. Segundo PORTER (1976), "...Polyp size, density, and expansion affect a colony's ability to capture particulates as well as its primary production. Therefore, the presence of differing phenotypes among *M. cavernosa* colonies can provide insights about the role of autotrophy and heterotrophy".

Entre localidades (Abrolhos, Tamandaré e Puerto Morelos), a espécie *M. cavernosa* apresentou grande variação morfológica, sendo as duas primeiras localidades mais próximas. Como mostrado por SZHANT (1986), *M. cavernosa* apresenta protoginia e um tipo de desenvolvimento dispensor. Isto significa que a dispersão larvar pode ocorrer entre localidades próximas (Abrolhos e Tamandaré), porém isto precisa ser melhor estudado.

O tamanho da maioria dos caracteres estudados no material de Tamandaré foi maior que o encontrado nas medições dos exemplares de Abrolhos e Puerto Morelos. Isto aconteceu, provavelmente, porque os recifes da região de Tamandaré são mais próximos da costa, suportando condições estressantes, como a grande quantidade de sedimentos em suspensão. De acordo com PORTER (1976), estas condições requerem que os tecidos moles sejam melhor desenvolvidos para minimizar os efeitos dos sedimentos.

Como afirmado por BRADSHAW (1965), a adaptação de um organismo a ambientes variados será maximizada por modificações fenotípicas se estas: (a) minimizam algum efeito deletério do ambiente, (b) maximizam algum aspecto vantajoso. Diferentes caracteres modificaram-se dentro das populações de Abrolhos e Tamandaré. Logo, diferentes forças seletivas podem influenciar a morfologia dos corais. A maioria delas irá afetar tanto as partes moles como o esqueleto. Para suportar o confinamento dos ambientes aquáticos, existe a necessidade de minimizar a sedimentação nos tecidos (PORTER, 1976).

Através da comparação entre o material brasileiro e os espécimens mexicanos, a variação geográfica tornou-se muito marcante. O material do Caribe mexicano apresentou-se totalmente isolado dos demais; o que era esperado, já que as condições das águas caribenhas são muito diferentes das brasileiras, tendo luminosidade alta e poucos sedimentos em suspensão. *N. cayenloosa* de Puerto Morelos apresentou coralitos mais próximos e mais baixos, com diâmetros menores e com um maior número total de septos que o material brasileiro. CARRICART-GANIVET & TORRES (1990), estudando esta mesma espécie em um recife de Isla Verde, Vera Cruz (México), registrou que "los resultados indican que el carácter con mayor plasticidad en respuesta a la profundidad es la distancia entre coralitos; aumentando ésta con la profundidad."

A diminuição da quantidade de deposição do esqueleto está relacionada ao decréscimo das condições ecológicas ótimas para o crescimento dos corais; parece existir uma relação inversa entre esta deposição e a profundidade. A quantidade de deposição é expressa pelo número de septos por coralito e pelo número de coralitos por unidade quadrada (WIJSMAN-BEST, 1974). A variação entre as profundidades foi significativa, provando assim que algumas variações foram ambientalmente induzidas. No material de Abrolhos, o diâmetro dos coralitos, o número de centros por 9 cm<sup>2</sup> e a altura da columela externa diminuíram em maior profundidade. Por outro lado, o desenvolvimento do primeiro e quarto ciclo de septos e costelas e o espaçamento

entre os coralitos aumentaram em relação à profundidade. Este aumento no espaçamento entre os coralitos ou pólipos (poucos pólipos por unidade de área), relacionado com o aumento de profundidade, foi também descrito por FOSTER (1983, 1985); GRAUS & MACINTYRE (1982), HUGHES (1987), LAND *et al.* (1975) e LASKER (1981). LASKER (1981) acrescentou que o aumento da profundidade também está relacionado à diminuição de densidade dos pólipos (pólipos/cm<sup>2</sup>), independente do diâmetro do pólipos. Como previamente afirmado por BATTEY & PORTER (1988), os corais adaptam-se à diminuição da energia por modificações em todo o organismo. De acordo com estes autores, o esqueleto de CaCO<sub>3</sub> é modificado para maximizar a captura de luz e a utilização de carbono. Em *M. cavernosa*, a dimensão dos coralitos pareceu responder positivamente à intensidade de luz, aumentando o espaço para o tecido nos ambientes de muita luz.

No presente estudo, as contagens do número de septos não tiveram um padrão regular de variação. Em relação a outros caracteres, entretanto, a profundidade 1 foi a mais distinta e as outras sobrepuseram-se levemente, o que foi facilmente visualizado através dos resultados da análise canônica. A altura da columela externa, a espessura dos septos do primeiro ciclo e o comprimento das costelas do primeiro ciclo não diferiram significativamente entre as profundidades 2 e 3.

No estudo realizado sobre variação esquelética de *M. annularis*, FOSTER (1985) mostrou que o diâmetro dos coralitos desta espécie parece responder à intensidade de luz e,

possivelmente, ao suprimento de alimento. Neste mesmo trabalho, FOSTER (1985) encontrou como caracteres de maior peso na primeira e segunda variáveis canônicas: a largura e a altura da columela, o diâmetro dos corálitos, e a espessura da endoteca. A primeira variável canônica explicou 68,35% da variação, a segunda, 18,67% e a terceira, 10,13%. No presente estudo, verificou-se que os caracteres de *M. cavernosa* de maior peso na primeira variável canônica foram: o comprimento das costelas do primeiro e do quarto ciclo e a altura da columela externa. A primeira variável canônica explicou 93,18% da variação e a segunda 0,07% (AMARAL, submetido a). WALLACE et al. (1990), em seu trabalho sobre o grupo *Acropora selago*, afirmou que "dans la premiere analyse canonique ...prenant en compte deux groupes, le premier axe canonique expliquait 67% de la variance totale, les deux premiers 88% et les trois premiers 94%". Este mesmo autor, concluiu ainda que, "les espces du groupe *Acropora selago* peuvent être différenciées sur la base de caractres quantitatifs morphométriques". Quando se trabalhou com as populações de *M. cavernosa* do Brasil e do México, foram encontrados cinco eixos canônicos, dos quais a primeira variável canônica explicou 63,95% da variação, a segunda variável canônica, 20,80%, perfazendo um total de 84,75% da variação total; as três primeiras explicaram 97% da variação.

### 6.3. *Favia gravida*

No presente estudo, as modificações observadas na espécie *F. gravida* foram: na forma dos meandros, no desenvolvimento maior ou menor da exoteca e no número de septos. De acordo com LABOREL (1970), as modificações desta espécie ocorrem, essencialmente, nos seguintes caracteres: meandrinização dos coralitos e desenvolvimento da exoteca. Houve uma confirmação das tendências de modificações propostas por LABOREL (1970) que afirmou que a largura dos coralitos, assim como a espessura dos septos e o desenvolvimento da columela eram também flutuantes. Contudo, o índice de meandrinização (total de centros columelares por meandro), que no seu trabalho apenas variou de 1 a 4, atingiu neste estudo o valor máximo de 7.

A variação intra-populacional foi marcante e a grande maioria dos caracteres estudados variou significativamente.

JOHNSON (1988), através de estudos dos efeitos das variações micro- e macrogeográficas na relação entre tamanho de colônia e a complexidade dos meandros em *Manicina areolata*, obteve resultados que sugeriram que o padrão dos meandros é um carácter adaptativo e está sujeito à variação local significativa. A complexidade de meandrinização aumenta em resposta a algum estímulo ambiental, possivelmente relacionado à capacidade de resistir aos sedimentos. Segundo este autor, estas diferenças são significativas entre localidades dentro da

mesma região geográfica, o que foi confirmado para a espécie brasileira.

Com relação à variação geográfica desta espécie, observou-se que a população de Abrolhos estava completamente distinta das populações de Tamandaré e Santa Cruz. Isto pode ser explicado, possivelmente, pela sua maior distância da costa e menor influência do aporte de água doce proveniente dos rios. O comprimento e a largura dos meandros, o número de centros por meandro e por  $9 \text{ cm}^2$  e o número de septos por cm foram os caracteres considerados mais plásticos entre as populações de Abrolhos, Tamandaré e Santa Cruz.

Sobre as colônias de Abrolhos, LABOREL (1970) afirmou que existe uma população homogênea constituída por exemplares hemisféricos com coralitos bastante meandróides. De acordo com este autor, este caráter (aspecto fortemente meandróide) está ligado a uma forte agitação e à proximidade da superfície. Entretanto, os resultados da análise das médias mostraram que os espécimens mais meandrinizados foram os coletados na região de Santa Cruz, enquanto que a população de Abrolhos mostrou-se heterogênea, apresentando também colônias com coralitos arredondados. O caráter de coralitos com um maior espaçamento entre si está associado a um modo de ação das ondas batido (LABOREL, 1970), sendo constatado no presente estudo que os exemplares de Abrolhos apresentaram uma exoteca larga. Observou-se que a variação a nível geográfico uniu os exemplares de Tamandaré aos de Santa Cruz.

Nas populações de Suape a Rio Formoso (Tamandaré), LABOREL (1970) encontrou exemplares com um grande desenvolvimento da exoteca e com menor meandrinização em relação à população de Abrolhos, o que diferiu dos resultados apresentados neste estudo. Na análise canônica discriminante, encontrou-se que a primeira variável canônica explicou mais de 85% da variação e que os caracteres de maior peso para este eixo foram o número de septos por cm e o número de centros por 9 cm<sup>2</sup>.

Apesar de não ter sido estudada a relação entre a variação morfológica desta espécie e a batimetria, observou-se que a meandrinização decresceu com a profundidade, pois os exemplares coletados a 4 m apresentaram coralitos menos meandrinizados.

Estes resultados sugerem que são necessários estudos que incluam material de diferentes ambientes, com a finalidade de identificação dos caracteres mais confiáveis para cada grupo e obtenção de classificações mais precisas. Propõe-se o estudo através de transplante de colônias para locais de diferentes condições ecológicas, como realizado por FOSTER (1978, 1979) e WILLIS (1985). Ressalta-se ainda a importância da continuação deste tipo de estudo com outros grupos de Scleractinia fenotipicamente plásticos.

## CAPÍTULO 7- CONCLUSÕES

### 7.1. Gerais

1- Existiu uma considerável variação morfológica dentro das espécies estudadas. Vários caracteres esqueléticos de *H. cavernosa* e *E. gravida* exibiram variação significativa nos níveis intercolonial, intra- e interpopulacional. Estas espécies mostraram-se muito plásticas e, portanto, capazes de se adaptar às diversas variações ambientais.

2- A ação conjugada de diferentes fatores ambientais e suas variações regionais, sobre a forma dos corais, foi constatada através da metodologia utilizada, comparando-se populações de diferentes regiões e/ou profundidades. Embora se tenha constatado a influência direta do ambiente na variabilidade de alguns caracteres, a determinação precisa de como e quanto cada um dos fatores atua sobre determinada espécie, exige um longo trabalho de campo e dados hidrológicos regulares.

3- A alta variabilidade encontrada dentro de uma mesma população pode ser de origem genética ou ambiental, devido, por exemplo, à existência de micro-habitats diferentes. O modo pelo qual os fatores genéticos atuam, ampliando ou reduzindo a plasticidade fenotípica de uma determinada espécie, só pode ser determinado através de outros tipos de estudo não realizados aqui.

4- As espécies de Scleractinia devem ser diferenciadas com base em caracteres morfológicos e outros, de modo que estes não

se sobreponham; ou seja, não deve existir "overlapping". Trabalhos com transplantes de colônias para locais com condições ecológicas diferentes devem ser realizados, para melhor compreensão da plasticidade fenotípica.

5- As variações morfológicas significativas que ocorrem em várias espécies animais devem ser consideradas pelos taxonomistas; descrições mais criteriosas de espécies novas devem ser realizadas com base em material de localidades e condições ecológicas diferentes, para um melhor estabelecimento dos limites dos caracteres específicos e da plasticidade dos mesmos.

## 7.2. *Montastraea cavernosa*

6- A variação intracolonial foi significativa entre os espécimens de Puerto Morelos, o espaçamento entre os coralitos foi notadamente diferente nas colônias estudadas.

7- A variabilidade intrapopulacional foi marcante. Houve mais caracteres significativamente diferentes entre as profundidades que entre as localidades, nos exemplares do Brasil.

8- Através dos resultados da análise canônica, concluiu-se que as populações de Abrolhos e Tamandaré eram separadas, porém existiu uma pequena área de superposição. As diferenças encontradas entre as colônias de Abrolhos e Tamandaré podem ser explicadas, provavelmente, pela maior distância da costa e, conseqüentemente, menor aporte de água doce e sedimentos na área dos Abrolhos.

9- Quando se estendeu a comparação com os exemplares do Caribe mexicano, a variação geográfica tornou-se bem mais evidente, devido, provavelmente, às diferentes condições ecológicas das áreas estudadas.

10- Não foram observadas modificações na forma das colônias coletadas dentro da profundidade 0-5 m. Existiu apenas uma tendência a um número maior de colônias hemisféricas, enquanto que os exemplares coletados na profundidade 10-20 m eram, geralmente, mais achatados.

11- As mudanças na morfologia dos coralitos do coral *M. cavernosa* foram significativas entre profundidades. Os resultados de análise canônica mostraram que a profundidade 0-5 m está totalmente separada das demais (10-20 m).

12- Os exemplares de Abrolhos em profundidades de 10-15 e 15-20 m encontraram-se completamente separados da população de Puerto Morelos (0-5 m), coletada em locais com pouca luz. Os espécimens trabalhados, coletados em uma profundidade superior a 5 m, apresentaram menor número de coralitos por unidade de área, um menor número de septos e uma menor altura da columela externa e da teca.

13- Comparando todas as populações, os caracteres de maior peso para a primeira e segunda variáveis canônicas foram: diâmetro dos coralitos, altura da columela externa e da teca e espaçamento entre os coralitos.

### 7.3. *Favia gravida*

14- Em relação à forma da colônia de *F. gravida*, não foram constatadas grandes modificações. As colônias com maiores diâmetros foram coletadas em Santa Cruz, e as menores, em Tamandaré.

15- A variação intercolonial desta espécie foi significativa. Quase todos os caracteres estudados variaram dentro de cada população.

16- As diferenças geográficas encontradas entre as populações de *F. gravida* uniram os espécimens de Tamandaré aos de Santa Cruz, devido, provavelmente, a serem ambientes mais semelhantes entre si quando comparados com a área de Abrolhos. Os maiores valores encontrados na maioria dos caracteres estudados nas colônias de Tamandaré e Santa Cruz comprovaram a importância da presença de coralitos maiores para suportar condições adversas, como a grande quantidade de sedimentos em suspensão.

17- A meandrinização apresentou-se mais evidente nos exemplares de Santa Cruz, apresentando valor máximo de 7 coralitos por meandro.

18- Os caracteres de maior peso na separação das populações foram: número de septos por cm, número de centros por 9 cm<sup>2</sup> e número de coralitos por meandro, sendo estes os de maior valor para a primeira e segunda variáveis canônicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMY, C. C. Jr. & C. CARRIÓN-TORRES, 1963. Shallow water of stony corals of Puerto Rico. *Caribb. J. Sci.*, Mayaguez, 3 (2/3): 133-162.
- AMARAL, F. D., 1986. *Agaricia agaricites* (Linné) *humilis* Verrill, 1901, *Favia gravida* (Verrill, 1868) e *Montastrea cavernosa* (Linné, 1766) do litoral Sul de Pernambuco (Região de Tamandaré). Recife, 66p. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal de Pernambuco.
- AMARAL, F. D., 1990. Morphological variation within the reef corals *Montastrea cavernosa* and *Favia gravida* from Brazil (CNIDARIA, ANTHOZOA, SCLERACTINIA). In: *Congreso de Ciencias del Mar. 2., Resúmenes*. Habana, 1990. Não paginado.
- AMARAL, F. D., (submetido a). Morphological variation in the reef coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1766) from Brazil. *Coral Reefs*, Heidelberg.
- AMARAL, F. D., (submetido b). Nota sobre *Favia leptophylla* Verrill, 1868 (CNIDARIA, SCLERACTINIA). *Iheringia*, Porto Alegre.
- AYRE, D. J., J. E. N. VERON & S. L. DUFTY, 1991. The corals *Acropora palifera* and *Acropora cuneata* are genetically and ecologically distinct. *Coral Reefs*, Heidelberg, 10(1): 13-18.
- BARNES, D. J., 1973. Growth in colonial scleractinians. *Bull. mar. Sci.*, Miami, 23(2): 280-298.
- BATTEY, J. F. & J. U. PORTER, 1988. Photoadaptation as a whole organism response in *Montastraea annularis*. In: *Int. Coral Reef Symp. 6th, Proceedings*. Townsville, 1988. v.3. p.79-87.

- BELÉM, M. J. C., 1976. **Estudo sistemático e histológico de quatro espécies de Endonyaria (Actiniaria) encontradas no município de Aracruz, Espírito Santo, Brasil.** Rio de Janeiro, 80p. Tese (Mestrado). Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BEST, M. B., G. J. BOEKSCHOTEN & A. OOSTERBAAN, 1983. Species concept and ecomorph variation in living and fossil Scleractinia. *Palaeontogr. an.*, Ithaca, 54: 70-79.
- BLAINVILLE, H. M. D. de, 1830. Zoophytes. v.60, p.297-364. In: *Dictionnaire des Sciences naturelles*, 61v. + atlas (12v.), G. Levrault, Paris, 1816-1845.
- BOARDMAN, R. S., H. CHEETHAM, & L. COOK, 1970. Intracolony variation and the genus concept in Bryozoa. In: *N.Am.Paleo. Conv., Proceedings*, 1969C, p.294-320.
- BRADSHAW, A. D., 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genetics*, New York, 13: 115-155.
- BRAKEL, W. H., 1977a. Corallite variation in *Porites* and the species problem in corals. In: *Int. Coral Reef Symp., 3rd, Proceedings*. Miami, 1977, v.2. p.457-462.
- BRAKEL, W. H., 1977b. The ecology of coral shape: microhabitat variation in the colony form and corallite structure of *Porites* on a Jamaican reef. *Dissertation Abstr. Int.*, Michigan, 37(11), Não paginado.
- BRAZEAU, D. A. & H. R. LASKER, 1988. Inter- and intraspecific variation in gorgonian colony morphology: quantifying branching patterns in arborescent animals. *Coral Reefs*, Heidelberg, 7: 139-143.

- BROOK, G., 1893. The Genus Madrepora. v.1. p.1-59. In: **Catalogue of the madreporarian corals in the British Museum Natural History**). Print. by order of the trustees of British Museum, London.
- BUDD, A. F., 1988. Large-scale evolutionary patterns in the reef-coral Montastrea: The role of phenotypic plasticity. In: **Int. Coral Reef Symp. 6th, Proceedings**. Townsville, 1988, v.3. p.93-398.
- BUDD, A. F., 1990. Longterm patterns of morphological variation within and among species of reef-corals and their relationship to sexual reproduction. **Systematic Botany**, Tallahassee, 15(1): 150-165.
- BUDD, A. F., K. G. JOHNSON. & L. L. SCHULTZ, 1988. Allometric shape change and heterochrony in the freeliving coral Trachyphyllia bilobata (DUNCAN). **Coral Reefs**, Heidelberg, 7: 37-44.
- CAIRNS, S. D., 1982. Stony corals (Cnidaria: Hydrozoa, Scleractinia) of Carrie Bow Cay, Belize. **Smithson. Contr. Mar. Sci.**, Washington, (12): 271-301.
- CANTERA, J. R., V. PRAHL, J. C. ESCOBAR & E. PENA, 1989. Sistemática de los corales del género Pocillopora del pacífico colombiano utilizando taxonomía numérica. **Revta. Biol. trop.**, San José, 37(1): 23-28.
- CARRICART-GANIVET, J. P. & A. U. B. TORRES, 1990. Variación morfológica en el esqueleto del coral hermatípico Montastrea cavernosa (Linneo, 1767) en un arrecife veracruzano. In: **Congreso Nacional de Oceanografía. 8., Resúmenes.**, México, D.C., 1990. p.21.

- DE WEERDT, W. H., 1981. Transplantation experiments with Caribbean *Millepora* species (Hydrozoa, Coelenterata) including some ecological observations on growth forms. *Bijdn. Dierk.*, Amsterdam, 51(1): 1-19.
- DOMINGUEZ, J. M. L., A. C. S. P. BITTENCOURT, Z. M. A. N. LEÃO, & A. E. G. de, (no preço). Geologia do Quaternário costeiro de estado de Pernambuco. *Revta. bras. Geociênc.*, São Paulo, 20(1).
- DUNN, G. & B. S. EVERITT. 1982. An introduction to mathematical taxonomy. ix+154p. Cambridge University Press, Cambridge.
- DUSTAN, P., 1975. Growth and form in the reef-building coral *Montastrea annularis*. *Mar. Biol.*, Washington, 33: 101-107.
- EDWARDS, M. & J. HAIME, 1957. *Histoire naturelle des Coralliaires ou polypes proprement dits.* v.1, xxxjv+326p. 3v. + atlas (2v.), Roret, Paris.
- FERREIRA, C. S., A. C. S. FERNANDES & S. ZANOTTI-XAVIER, 1982. Observações na faixa costeira ao norte de Vitória-Bacia do Rio Reis Magos, E.S. In: *Simpósio do Quaternário no Brasil 4.*, Atas, Rio de Janeiro, 1982. p. 201-210.
- FOSTER, A. B., 1977. Patterns of small-scale variation of skeletal morphology within the scleractinian corals *Montastrea annularis* and *Sideraea sideraea*. In: *Int. Coral Reef Symp. 3rd, Proceedings*, Miami, v.2. p.409-415.
- FOSTER, A. B., 1978. *Morphologic variation within three species of reef corals (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia)*. Baltimore, Md. 468p. Unpub. Ph. D. Thesis. Johns Hopkins University.

- FOSTER, A. B., 1979. Phenotypic plasticity in the reef corals *Montastraea annularis* (Ellis & Solander) and *Siderastrea siderea* (Ellis & Solander). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Amsterdam, 39: 25-54.
- FOSTER, A. B., 1980. Environmental variation in morphology within the Caribbean reef corals *Montastraea annularis* and *Siderastrea siderea*. *Bull. mar. Sci.*, Miami, 30: 678-709.
- FOSTER, A. B., 1983a. The relationship between corallite morphology and colony shape in some massive reef-corals. *Coral Reefs*, Heidelberg, 2: 19-25.
- FOSTER, A. B., 1983b. The species concept in fossil hermatypic corals: a statistical approach. *Paleontogr. am.*, Ithaca, 54: 58-69.
- FOSTER, A. B., 1985. Variation within coral colonies and its importance for interpreting fossil species. *J. Paleont.*, Oklahoma, 59: 1359-1381.
- FRICKE, H. W. & D. MEISCHNER, 1985. Depth limits of Bermudan scleractinian corals: a submersible survey. *Mar. biol.*, Berlin, 88: 175-187.
- FRICKE, H. W. & H. SCHUHMACHER, 1983. The depth limits of Red Sea stony corals: an ecophysiological problem (a deep diving survey by submersible). *Mar. Ecol.*, Rotterdam, 4(2): 163-194.
- GARAVELLO, J. C. & REIS, S. F. dos, 1988. Análise das variáveis canônicas em caracteres quantitativos no gênero *Parotocinclus* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Pisces: Loricariidae). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 40(9): 889-891.
- GATTUSO, J. -P., M. PICHON & J. JAUBERT, 1991. Physiology and taxonomy of scleractinian corals: a case study in the genus *Stylophora*. *Coral Reefs*, Heidelberg, 9(4): 173-182.

- GRAUS, R. R. & I. G. MACINTYRE, 1982. Variation in growth forms of the reef coral *Montastrea annularis* (Ellis and Solander): a quantitative evaluation of growth response to light distribution using computer simulation. The Atlantic Barrier Reef ecosystem at the Carrie Bow Cay, Belize. I. *Smithson. Contr. Mar. Sci.*, Washington, 12: 441-464.
- GREGORY, J. W., 1900. On the West Indian species of *Madrepora*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, London, 6(7): 20-31.
- HUGHES, T. P., 1987. Skeletal density and growth form of corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Halstenbek, 35: 259-266.
- JACKSON, J. B. C., 1979. Morphological strategies of sessile animals. v.11. p.499-555. In: *Biology and systematics of colonial organisms*. Academic Press, London.
- JOHNSON, K. G., 1988. Size, meander pattern, and behavior in the caribbean free-living meandroid coral *Manicina areolata* (LINNAEUS). In: *Int. Coral Reef Symp.*, 6th, Proceedings. Townsville, 1988. v.3. p.403-408.
- JORDÁN, E. D., 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos, en la región noreste de la Península de Yucatán. México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, México, D.C., 6(1): 69-86.
- JORDÁN, E. D., 1980. Arrecifes coralinos del noroeste de la Península de Yucatán: Estructura comunitaria, un estimador del desarrollo arrecifal. México, D.C., 148p. Ph.D. Dissertation. Univ. Nal. Autón. México.
- JORDÁN, E. D., O. MORENO & E. MARTIN, 1981. Community structure of coral reefs in the Mexican caribbean. In: *Int. Coral Reef Symp.* 4th, Proceedings, Mania, 1981. v.2. p.303-308.

- LABOREL, J., 1969. Les peuplements de madréporaires des cotes tropicales du Brésil. *Annls. Uni. Abidjan*, Abidjan, ser. E, 2(3): 1-261.
- LABOREL, J., 1970. Madréporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes. *Rés. Sci. Camp. Calypso*, Paris. 9(25): 171-229. 8 pls. 6 figs.
- LAMARCK, J. B. P. A., 1836. Histoire des polypes. t.2. In: *Histoire Naturelle des Animaux sans Vertèbres*, 2. ed., 11t., J. B. Baillière, Paris, 1835-1845.
- LAMBERTS, A. E., 1984. The reef corals *Litbactinia* and *Polyphyllia* (Anthozoa, Scleractinia, Fungiidae): a study of morphological, geographical, and statistical differences. *Pacif. Sci.*, Honolulu, 38(1): 12-27.
- LAND, L. S., J. C. LANG, & D. J. BARNES, 1975. Extension rate: a primary control on the isotopic composition of West Indian (Jamaican) scleractinian reef coral skeletons. *Mar. biol.*, Berlin, 33: 221-233.
- LANG, J. C., 1984. Whatever works: the variable importance of skeletal and of non-skeletal characters in scleractinian taxonomy. *Palaeontogr. am.*, Ithaca, 54: 18-44.
- LASKER, H. R., 1979. Light dependent activity patterns among reef corals: *Montastrea cavernosa*. *Biol. Bull.*, Lancaster, 156: 196-211.
- LASKER, H. R., 1981. Phenotypic variation in the coral *Montastrea cavernosa* and its effects on colony energetics. *Biol. Bull.*, Lancaster, 160: 292-302.

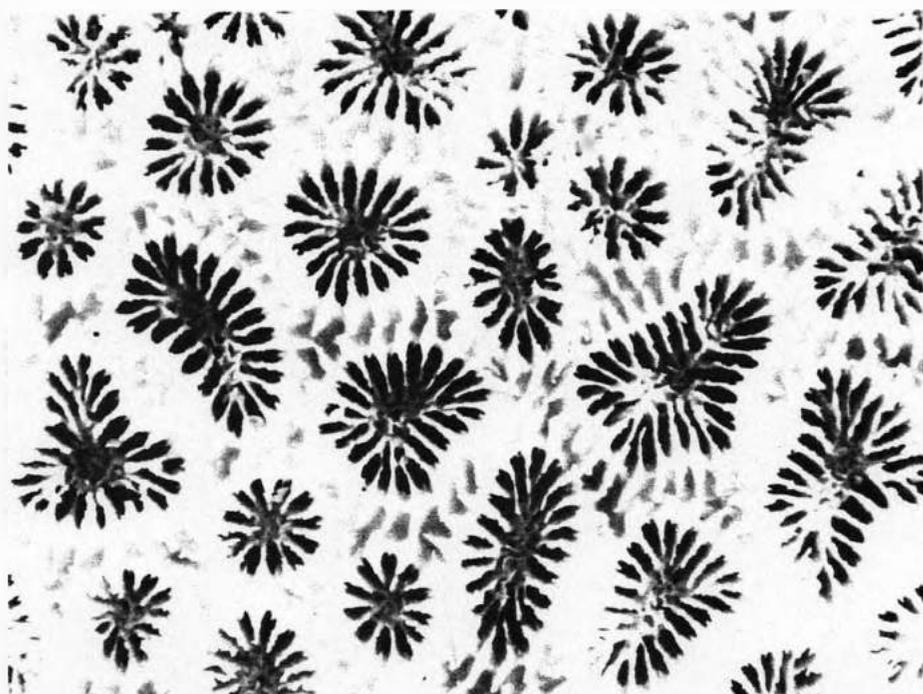
- LEÃO, Z. M. A. N., 1982. Morphology, geology and developmental history of the southernmost corals reefs of Western Atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. Florida, 218p. Ph. D. Dissertation. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Univ. of Miami.
- LEÃO, Z. M. A. N., 1983. Abrolhos: O refúgio pleistocênico de uma fauna terciária de corais. *Revta. Cien. Terra, S.B.G.*, São Paulo, 8: 22-24.
- LINNAEUS, C., 1767. *Regnum Animale*. t.1, pt.2. In: *Systema Naturae*, 12. ed., 3t. em 4, Impensis Direct. LAUR. SALVII., Holmiae, 1766-1768.
- LIRA, L. G., 1975. Geologia do canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente a Ilha de Itamaracá-PE. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 102p. Tese (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MANLY, B. F. J., 1988. *Multivariate analysis: a Primer.*, 5, 159p., Chapman & Hall, London.
- MATTHAI, G., 1919. On *Eaxia conferta*, Verrill, with notes on the other Atlantic species of *Eaxia*. *Nat. Hist. Rep. Br. Antarct. Terra Nova Exped. 1910*, London, 5(2): 69-96.
- MAYAL, E. & AMARAL, F. D., 1990. Ecomorfose em alguns escleractínios da costa pernambucana. *Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE.*, Recife, 21: 239-251.
- MUEHE, D., 1990. O Arquipélago dos Abrolhos: geomorfologia e aspectos gerais. p.90-100. In: *Anuário do Instituto de Geociências 1987-1988*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Editora UFRJ, Rio de Janeiro.
- OKEN, L., 1815. *Zoologie*, t.3, abth 1, p.57-74. In: *Oakens Lehrbuch der Naturgeschichte*. 3t. em 6, Leipzig, 1813-26.

- PITOMBO, F., C. C. RATTO & M. J. C. BELÉM, 1988. Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs of Abrolhos archipelago, Brazil. In: *Int. Coral Reef Symp. 6th, Proceedings*. Townsville, 1988. v.2. p.817-820.
- PORTER, J. W., 1976. Autotrophy, heterotrophy, and resource partitioning in Caribbean reef-building corals. *Am. Nat.*, Lancaster, 110: 731-742.
- QUELCH, J. J., 1886. Report on the reef corals. *Sci. Rep. Res. Voy. H. M. S. "Challenger"*, Zool., 16. 203p, 12 pis, London.
- SCHOPF, T. J. M., 1976. Environmental versus genetic causes of morphologic variability in bryozoan colonies from the deep sea. *Paleobiology*, Chicago, 2: 156-165.
- SEBA, A., 1758. *Locupletissimi rerum naturalium thesauri accurata descript...* 4t. t.3. p.208. Tab. CXII. Janssonio-waesbergios, Amsteiaedami, 1734-1765.
- SMITH, F. G. W., 1948. *Atlantic reef corals*. 112p. pis. 1-41. University of Miami Press, Miami.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF, 1983. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 2. ed. 859p. W. H. Freeman, New York.
- SZMANT, A. M., 1986. Reproductive ecology of caribbean reef corals. *Coral Reefs*, Heidelberg, 5: 43-53.
- VAUGHAN, T. W., 1902. The Stony corals of the Porto Rican waters. *Bull. U. S. Fish. Comm.*, Washington, D.C. 20 (pt. 2): 289-320.

- VAUGHAN, T. W., 1919. Fossil corals from Central America, Cuba, and Porto Rico, with an account of the American Tertiary, Pleistocene, and Recent coral reefs. *Bull. U. S. Natn. Mus.*, Washington, D.C. 103: 189-524.
- VAUGHAN, T. W. & WELLS, J. W., 1943. Revision of the suborders, families and genera of the Scleractinia. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.*, Washington, 44: 1-363.
- VERON, J. E. N., 1981. The species concept in "Scleractinia of Eastern Australia". In: *Int. Coral Reef Symp., 4th, Proceedings*, Manila, 1981. v.2. p.183-186.
- VERRILL, A. E., 1868. Notice of the corals and echinoderms collected by Prof. C. F. Hartt, at the Abrolhos Reefs, Province of Bahia, Brazil, 1867. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.*, New Haven, 1 (2.pt.): 351-364.
- VERRILL, A. E., 1902. Variations and nomenclature of Bermudan, West Indian, and Brazilian reef corals, with notes on various Indo-Pacific corals. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.*, New Haven, 11: 63-168.
- WALLACE, C. C., J. M. PANDOLFI, A. YOUNG, A. & J. WOLSTENHOLME, 1990. Biogéographie des coraux de l'Indo-Pacifique: le groupe *ACROPORA* *s.l.* In: *ISRS Congress, Proceedings*, Nouméa, 1990, p.137-152.
- WELLS, J. W., 1956. Scleractinia, pt.F, p.328-344. In: Moore, R. C. (ed). *Treatise on invertebrate paleontology*. Geological Society of America, New York.
- WIJSMAN-BEST, M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonian Faviinae (Coelenterata- Scleractinia). *Bijdn. Dierk.*, Amsterdam, 42: 1-90.

- WIJSMAN-BEST, M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: *Int. Coral Reef Symp., 2nd, Proceedings, Brisbane, 1974.* v.2. p.217-228.
- WILLIS, B.L., 1985. Phenotypic plasticity versus phenotypic stability in the reef corals *Turbinaria mesenterica* and *Porona cactus*. In: *Int. Coral Reef Symp., 5th, Proceedings, Tahiti, 1985.* v.4. p. 107-112.
- ZAR, J. H., 1984. *Bioestatistical Analysis.* 2.ed. 718p. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

14



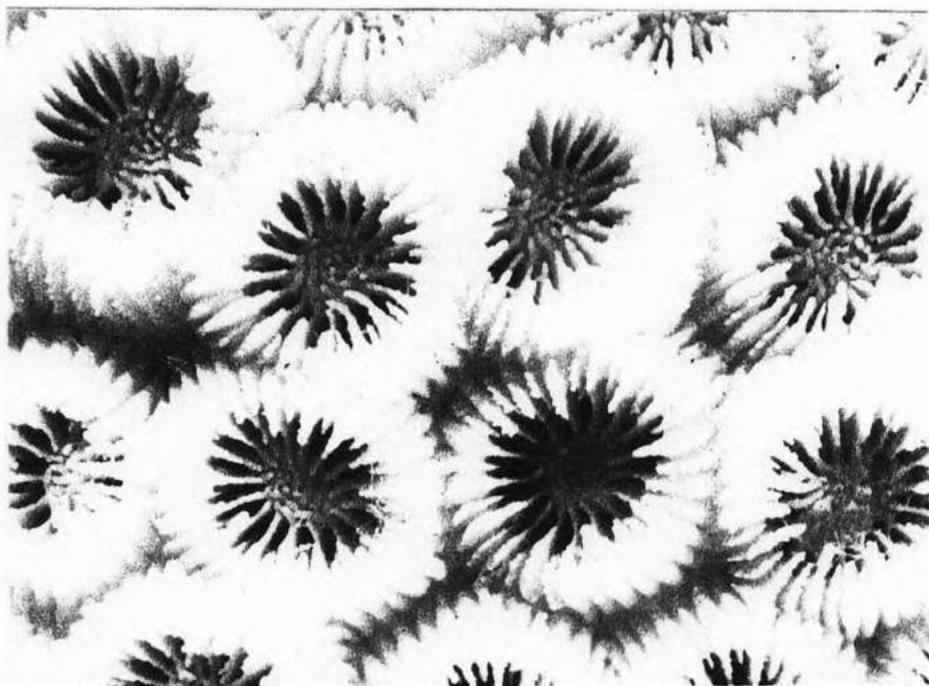
15



Figura 14- Favia leptophylla—Abrolhos .

Figura 15- Montastraea cavernosa — Abrolhos 0-5 m .

Detalhe do brotamento extratentacular (↑). Escalas= 1,00  
cm.



17

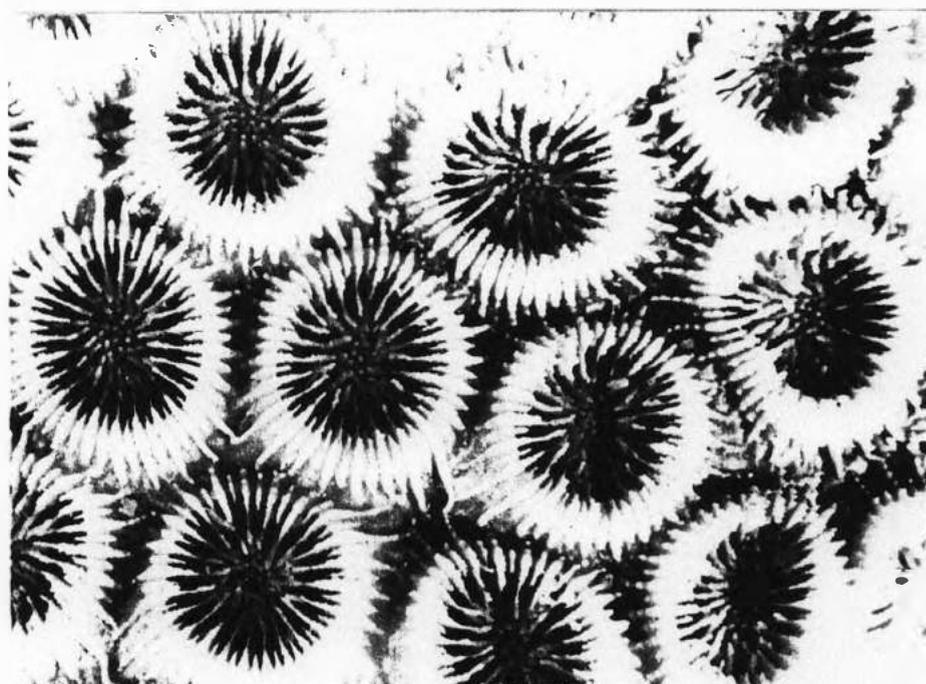
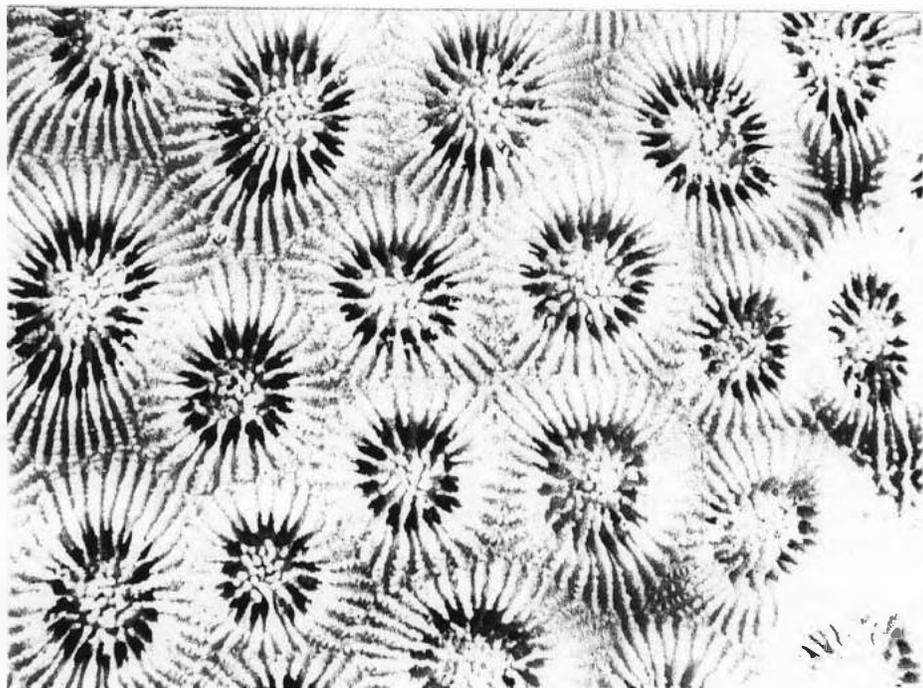


Figura 16- Montastraea cavernosa — Abrolhos 0-5 m .  
 Detalhe do topo de uma colônia. Muitos coralitos por unidade de área, com septos espessos.

Figura 17- Montastraea cavernosa — Tamandaré 0-5 m .  
 Detalhe do topo de uma colônia. Escalas= 1,00 cm.

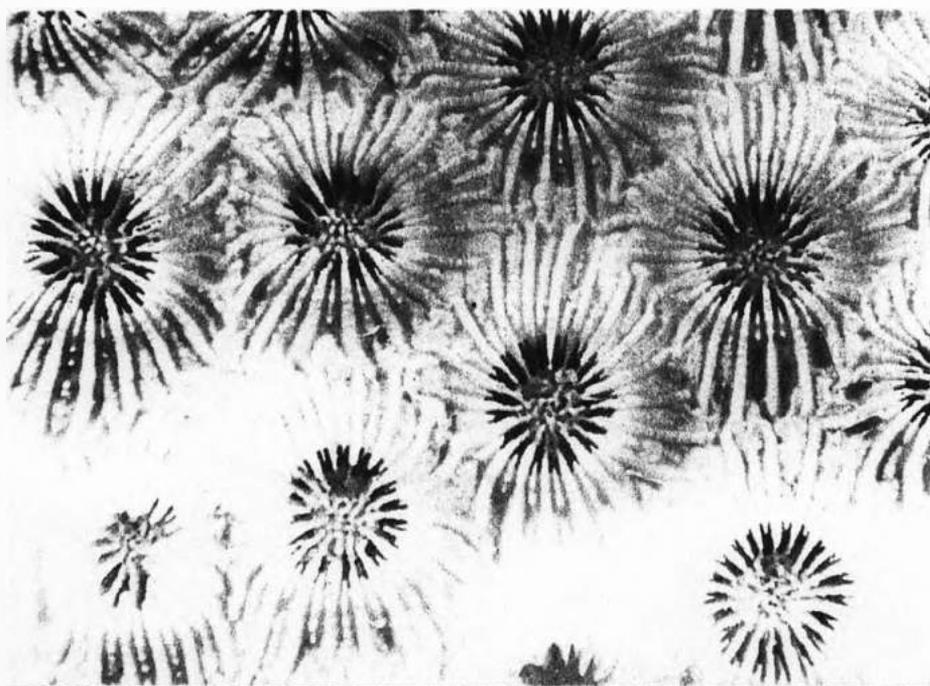


19



Figura 18- Montastraea cavernosa—Puerto Morelos 0-5 m .  
 Detalhe dos coralitos mais espaçados, com menor diâmetro e  
 septos delgados.

Figura 19- Montastraea cavernosa—Puerto Morelos 0-5 m .  
 Detalhe da menor altura dos coralitos. Escalas= 1,00 cm.



21

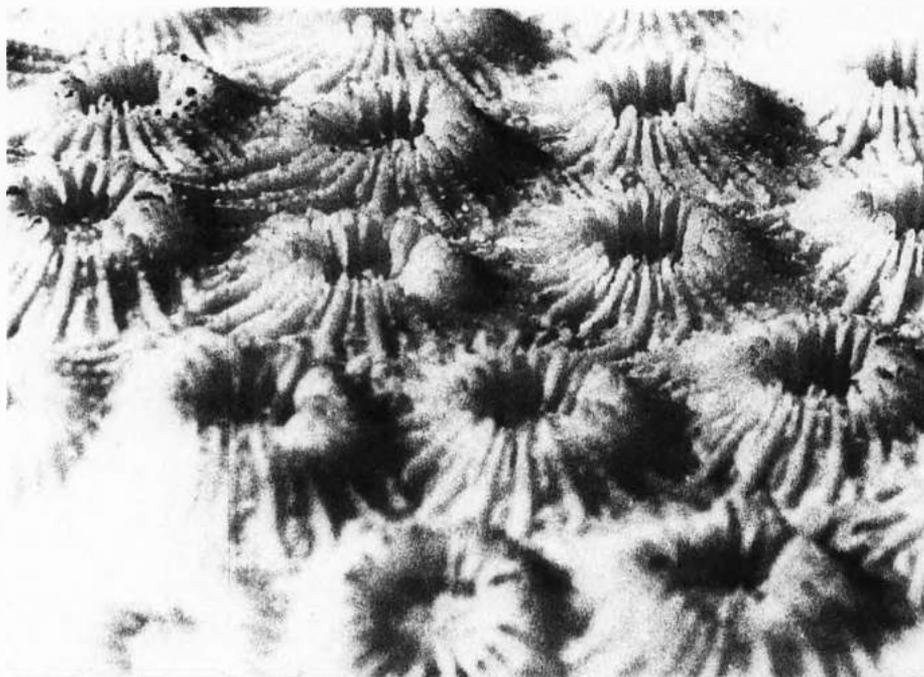
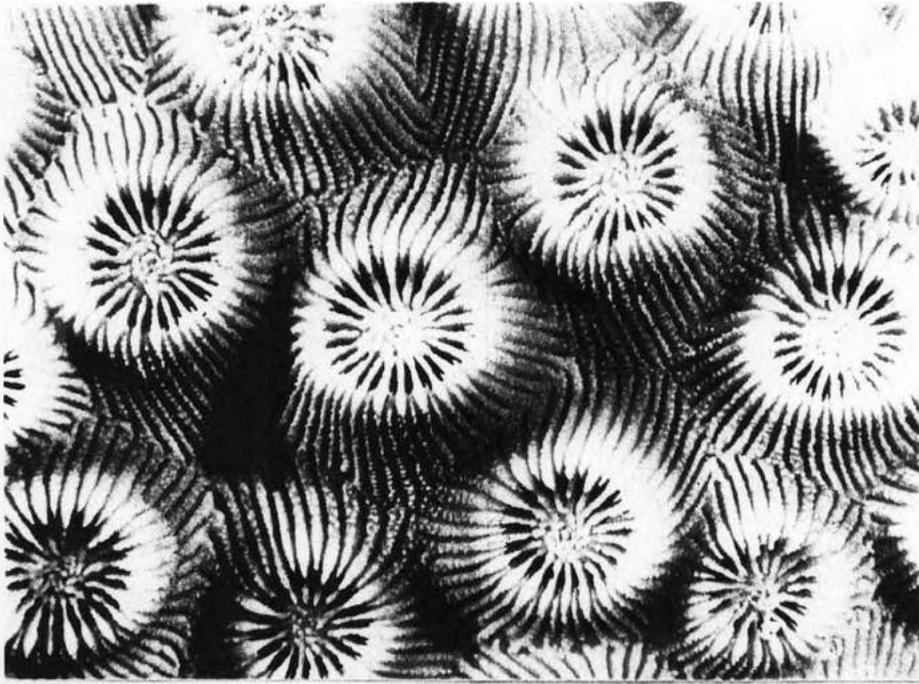


Figura 20- Montastraea cavernosa — Abrolhos 15-20 m .  
 Detalhe das costelas mais longas.

Figura 21- Montastraea cavernosa — Abrolhos 15-20 m .  
 Detalhe da menor altura da columela externa e da teca.  
 Escalas= 1,00 cm.



23

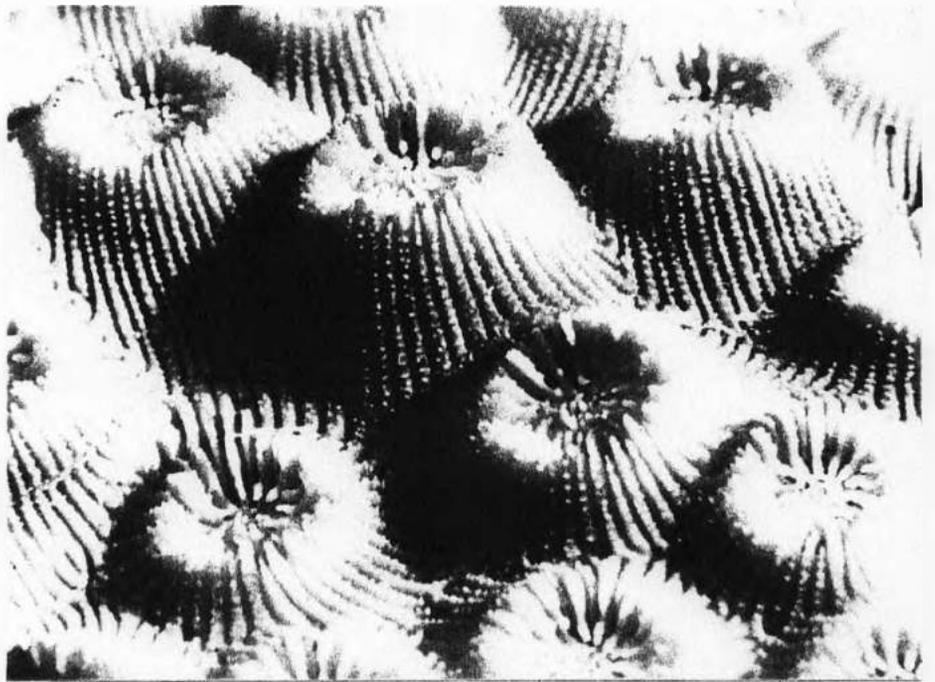
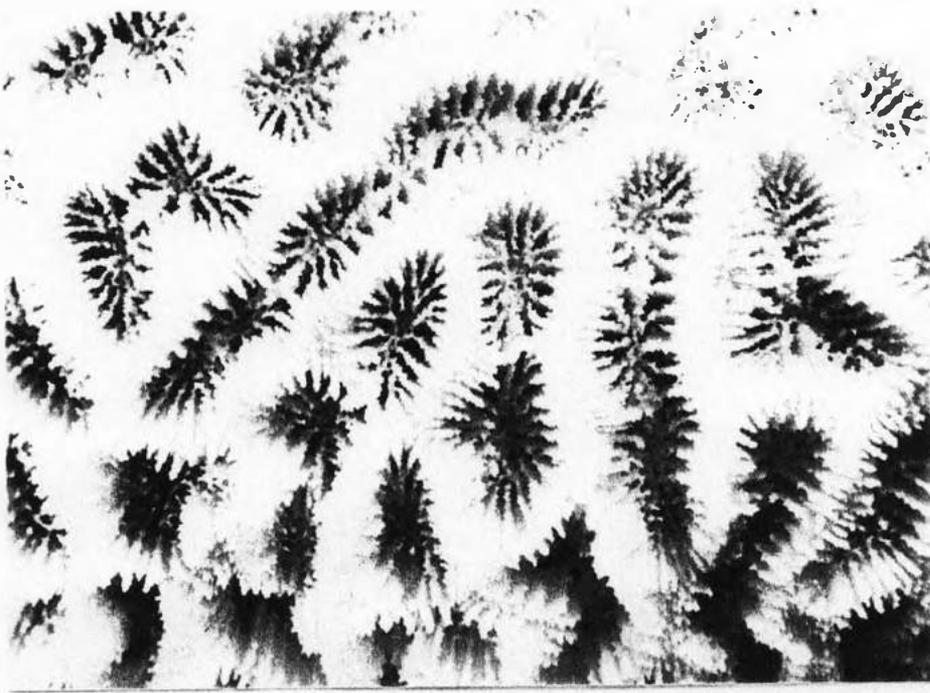


Figura 22- Montastraea cavernosa — Abrolhos 15-20 m .  
 Detalhe da variação intrapopulacional. Colônia com um  
 menor número de coralitos por unidade de área.

Figura 23- Montastraea cavernosa — Abrolhos 15-20 m .  
 Detalhe da variação intracolônial. Escalas= 1,00 cm.



25

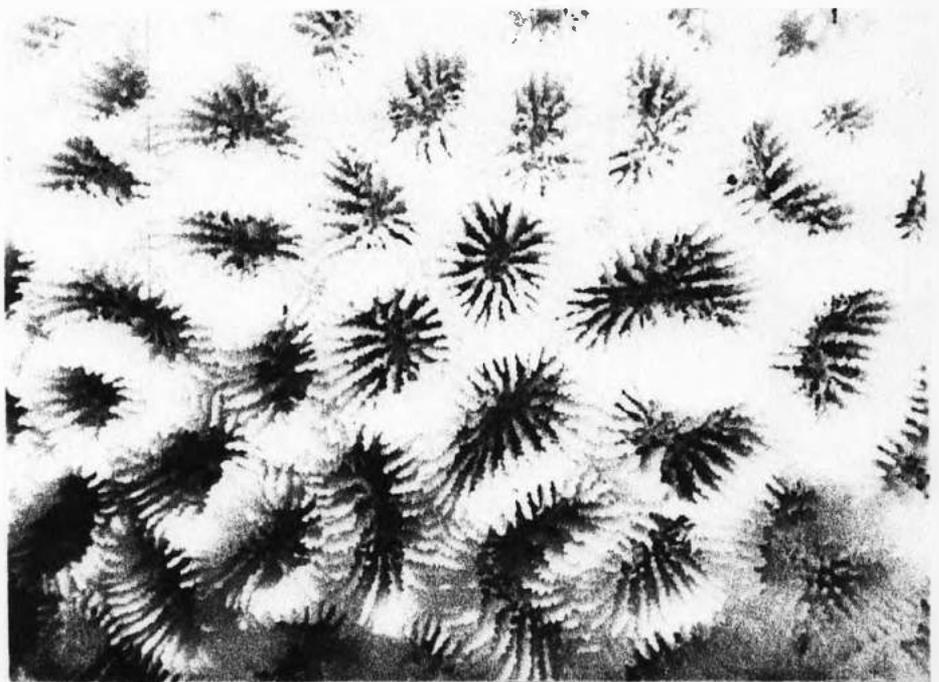
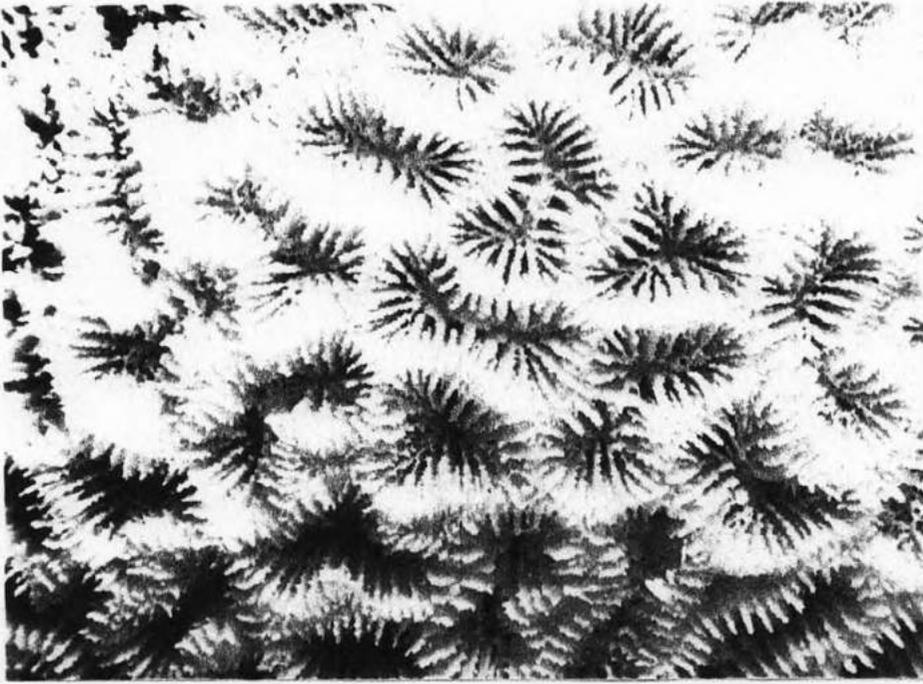


Figura 24- Favia gravida — Abrolhos 0-5 m . Detalhe da população heterogênea. Meandros com até 5 centros.

Figura 25- Favia gravida — Abrolhos 0-5 m . Colônia com coralitos arredondados, com menor comprimento e largura e com até 2 centros por meandro. Escalas= 1,00 cm.



27

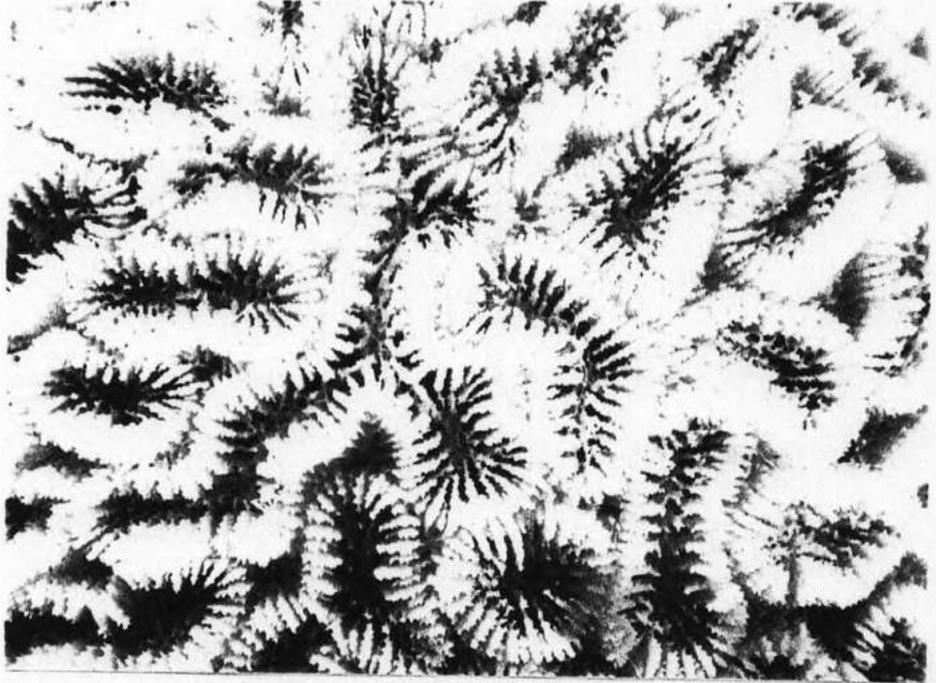


Figura 26- Favia gravida—Tamandaré 0-5 m . Detalhe dos coralitos arredondados e meandróides.

Figura 27- Favia gravida—Santa Cruz 0-2 m . Detalhe de um meandro com 6 centros (↑). Escalas= 1,00 cm.

28

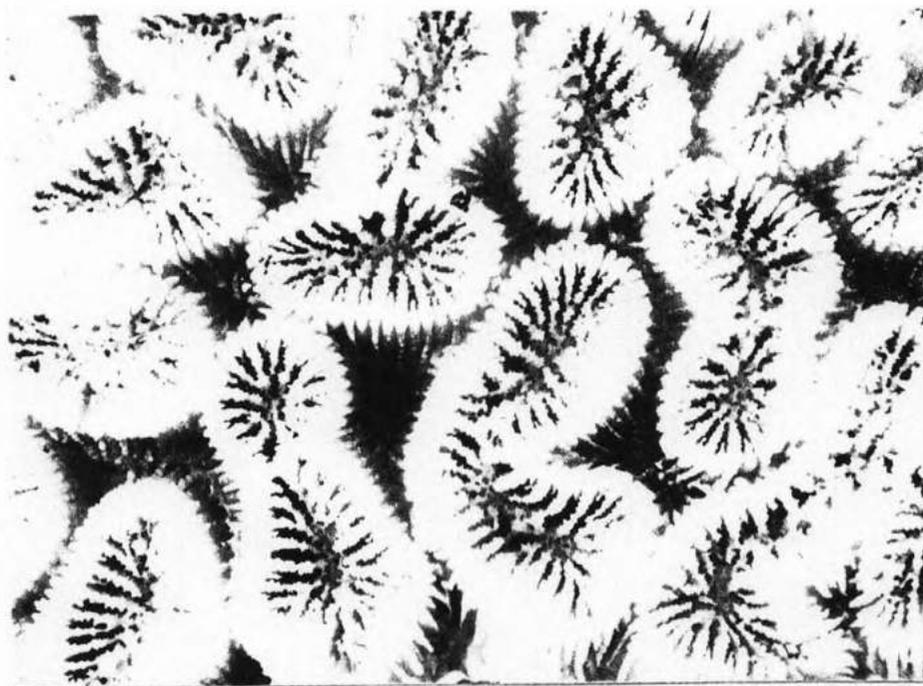


Figura 28= Favia gravida—Santa Cruz 0-2 m . Detalhe de meandros mais espaçados, compridos e largos e com teca espessa. Escalas= 1,00 cm.